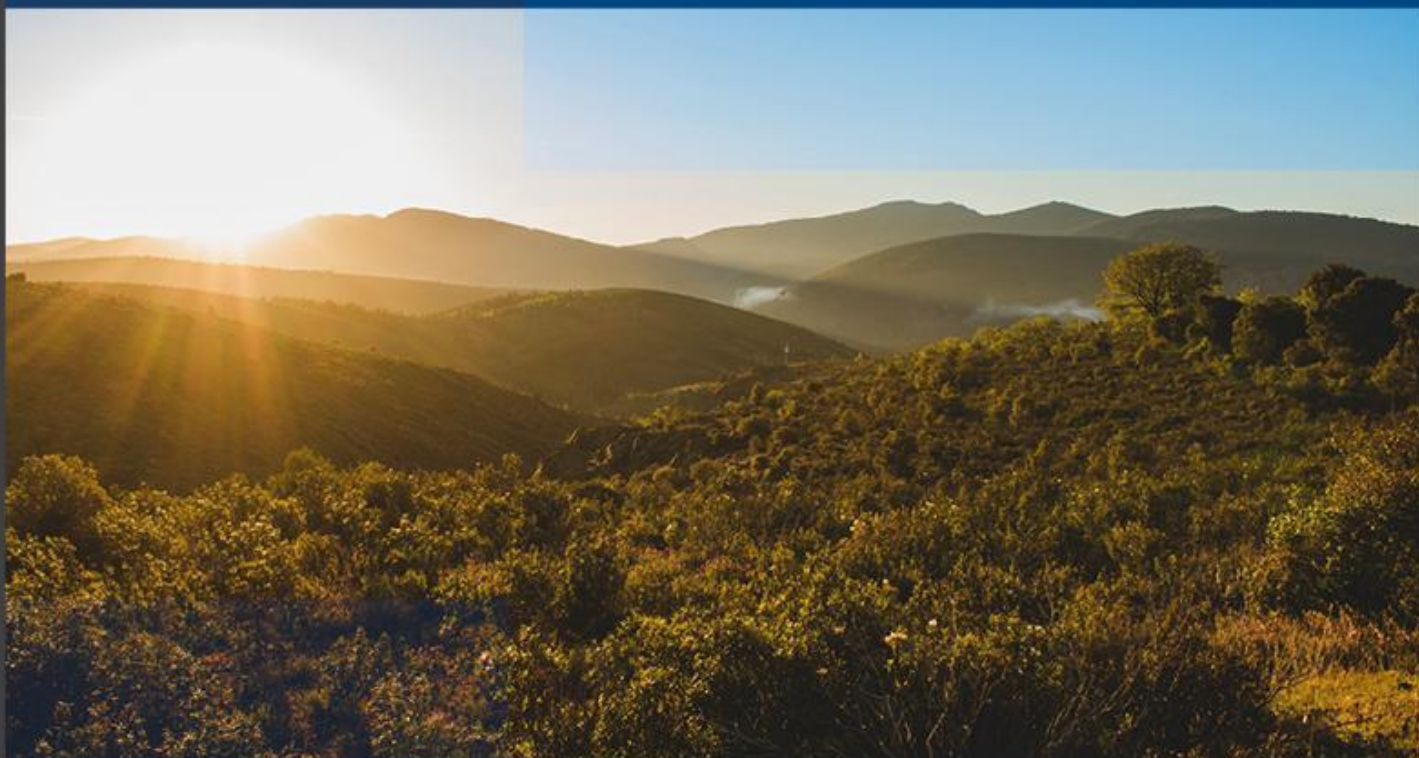


RELATÓRIO FINAL

Avaliação Ambiental Estratégica – AAE
do Setor de Exploração de Minério de Ferro no Estado de Minas Gerais

SETEMBRO DE 2024



#NUNCAESQUECEREMOSBRUMADINHO

ADAIL DOS SANTOS JUNIOR • ADAIR CUSTÓDIO RODRIGUES • ADEMÁRIO BISPO • ADILSON SATURNINO DE SOUZA • ADNILSON DA SILVA DO NASCIMENTO • ADRIANO AGUIAR LAMOUNIER • ADRIANO CALDEIRA DO AMARAL • ADRIANO GONÇALVES DOS ANJOS • ADRIANO JUNIO BRAGA • ADRIANO RIBEIRO DA SILVA • ADRIANO WAGNER DA CRUZ DE OLIVEIRA • ALAÉRCIO LÚCIO FERREIRA • ALANO REIS TEIXEIRA • ALEX MÁRIO MORAES BISPO • ALEX RAFAEL PIEDADE • ALEXIS ADRIANO DA SILVA • ALEXIS CÉSAR JESUS COSTA • ALISSON MARTINS DE SOUZA • ALISSON PESSOA DAMASCENO • AMANDA DE ARAÚJO SILVA • AMARINA DE LOURDES FERREIRA • AMAURI GERALDO DA CRUZ • ANAILDE SILVA • ANDERSON LUIZ DA SILVA • ANDRÉ LUIZ ALMEIDA SANTOS • ANDREA FERREIRA LIMA • ANGÉLICA APARECIDA ÁVILA • ANGELITIA CRISTIANE FREITAS DE ASSIS • ÂNGELO GABRIEL DA SILVA LEMOS • ANIZIO COELHO DOS SANTOS • ANTÔNIO FERNANDES RIBAS • ARMANDO DA SILVA RAGGI GROSSI • AROLD FERREIRA DE OLIVEIRA • BRUNA LELIS DE CAMPOS • BRUNO EDUARDO GOMES • BRUNO ROCHA RODRIGUES • CAMILA APARECIDA DA FONSECA SILVA • CAMILA SANTOS DE FARIA • CAMILA TALIBERTI RIBEIRO DA SILVA • CAMILO DE LELIS DO AMARAL • CARLA BORGES PEREIRA • CARLOS AUGUSTO DOS SANTOS PEREIRA • CARLOS EDUARDO DE SOUZA • CARLOS EDUARDO FARIA • CARLOS HENRIQUE DE FARIA • CARLOS ROBERTO DA SILVA • CARLOS ROBERTO DA SILVEIRA • CARLOS ROBERTO DEUSDEDIT • CARLOS ROBERTO PEREIRA • CASSIA REGINA SANTOS SOUZA • CASSIO CRUZ SILVA PEREIRA • CLÁUDIO JOSÉ DIAS REZENDE • CLAUDIO LEANDRO RODRIGUES MARTINS • CLÁUDIO MÁRCIO DOS SANTOS • CLAUDIO PEREIRA SILVA • CLEIDSON APARECIDO MOREIRA • CLEITON LUIZ MOREIRA SILVA • CLEOSANE COELHO MASCARENHAS • CRISTIANE ANTUNES CAMPOS • CRISTIANO BRAZ DIAS • CRISTIANO JORGE DIAS • CRISTIANO SERAFIM FERREIRA • CRISTIANO VINÍCIUS OLIVEIRA DE ALMEIDA • CRISTINA PAULA DA CRUZ ARAÚJO • DAIANE CAROLINE SILVA SANTOS • DANIEL GUIMARÃES ALMEIDA ABDALLA • DANIEL MUNIZ VELOSO • DAVID MARLON GOMES SANTANA • DAVYSON CHRISTIAN NEVES • DENILSON RODRIGUES • DENNIS AUGUSTO DA SILVA • DIEGO ANTONIO DE OLIVEIRA • DIOMAR CUSTÓDIA DOS SANTOS SILVA • DIRCE DIAS BARBOSA • DJENER PAULO LAS-CASAS MELO • DUANE MOREIRA DE SOUZA • EDENI DO NASCIMENTO • EDGAR CARVALHO SANTOS • EDIMAR DA CONCEIÇÃO DE MELO SALES • EDIONIO JOSÉ DOS REIS • EDIRLEY ANTONIO CAMPOS • EDNILSON DOS SANTOS CRUZ • EDSON RODRIGUES DOS SANTOS • ELYMAYRA SAMARA RODRIGUES COELHO • EGILSON PEREIRA DE ALMEIDA • ELIANDRO BATISTA DE PASSOS • ELIANE DE OLIVEIRA MELO • ELIANE NUNES PASSOS • ELIS MARINA COSTA • ELIVELTOM MENDES SANTOS • ELIZABETE DE OLIVEIRA ESPINDOLA REIS • ELIZEU CARANJO DE FREITAS • EMERSON JOSE DA SILVA AUGUSTO • ERIDIO DIAS • EUDES JOSÉ DE SOUZA CARDOSO • EVA MARIA DE MATOS • EVANDRO LUIZ DOS SANTOS • EVERTON GUILHERME FERREIRA • EVERTON LOPES FERREIRA • FABRÍCIO HENRIQUES DA SILVA • FABRÍCIO LUCIO FARIA • FAULLER DOUGLAS DA SILVA MIRANDA • FELIPE JOSÉ DE OLIVEIRA ALMEIDA • FERNANDA BATISTA DO NASCIMENTO • FERNANDA CRISTIANE DA SILVA • FERNANDA DAMIAN DE ALMEIDA • FLAVIANO FIALHO • FRANCIS ERICK SOARES DA SILVA • FRANCIS MARQUES DA SILVA • GEORGE CONCEIÇÃO DE OLIVEIRA • GERALDO DE MEDEIROS FILHO • GILMAR JOSÉ DA SILVA • GIOVANI PAULO DA COSTA • GISELE MOREIRA DA CUNHA • GISLENE CONCEIÇÃO AMARAL • GLAYSON LEANDRO • GUSTAVO ANDRIÉ XAVIER • GUSTAVO SOUSA JUNIOR • HEITOR PRATES MÁXIMO DA CUNHA • HELBERT VILHENA SANTOS • HERMÍNIO RIBEIRO LIMA FILHO • HERNANE JÚNIOR MORAIS ELIAS • HUGO MAXS BARBOSA • ICARO DOUGLAS ALVES • IZABELA BARROSO CÂMARA PINTO • JANICE HELENA DO NASCIMENTO • JHOBERT DONANNE GONÇALVES MENDES • JOÃO MARCOS FERREIRA DA SILVA • JOÃO PAULO ALTINO • JOÃO PAULO DE ALMEIDA BORGES • JOÃO PAULO FERREIRA DE AMORIM VALADÃO • JOÃO PAULO PIZZANI VALADARES MATTAR • JOÃO TOMAZ DE OLIVEIRA • JOICIANE DE FÁTIMA DOS SANTOS • JONATAS LIMA NASCIMENTO • JONIS ANDRÉ NUNES • JORGE LUIZ FERREIRA • JOSÉ CARLOS DOMENEGUETE • JOSIANE DE SOUZA SANTOS • JOSUÉ OLIVEIRA DA SILVA • JULIANA CREIZIMAR DE RESENDE SILVA • JULIANA ESTEVES DA CRUZ AGUIAR • JULIANA PARREIRAS LOPES • JULIO CESAR TEIXEIRA SANTIAGO • JUSSARA FERREIRA DOS PASSOS • KÁTIA APARECIDA DA SILVA • KÁTIA GISELE MENDES • LAYS GABRIELLE DE SOUZA SOARES • LEANDRO ANTÔNIO SILVA • LEANDRO RODRIGUES DA CONCEIÇÃO • LECILDA DE OLIVEIRA • LENILDA CAVALCANTE ANDRADE • LENILDA MARTINS CARDOSO DINIZ • LEONARDO ALVES DINIZ • LEONARDO DA SILVA GODOY • LEONARDO PIRES DE SOUZA • LETÍCIA MARA ANIZIO DE ALMEIDA • LETÍCIA ROSA FERREIRA ARRUDAS • LEVI GONÇALVES DA SILVA • LORENZO TALIBERTI • LOURIVAL DIAS DA ROCHA • LUCIANA FERREIRA ALVES • LUCIANO DE ALMEIDA ROCHA • LÚCIO MENDANHA • LUIS FELIPE ALVES • LUIS PAULO CAETANO • LUIZ CARLOS SILVA REIS • LUIZ CORDEIRO PEREIRA • LUIZ DE OLIVEIRA SILVA • LUIZ TALIBERTI RIBEIRO DA SILVA • MANOEL MESSIAS SOUSA ARAÚJO • MARCELLE PORTO CANGUSSU • MARCELO ALVES DE OLIVEIRA • MARCIANO DE ARAÚJO SEVERINO • MARCIEL DE OLIVEIRA ARANTES • MARCILEIA DA SILVA PRADO • MARCIO COELHO BARBOSA MASCARENHAS • MÁRCIO DE FREITAS GRILLO • MÁRCIO FLÁVIO DA SILVA • MÁRCIO FLÁVIO DA SILVEIRA FILHO • MARCIO PAULO BARBOSA PENA MASCARENHAS • MARCO AURÉLIO SANTOS BARCELOS • MARCUS TADEU VENTURA DO CARMO • MARIA DE LURDES DA COSTA BUENO • MARIA ELISA MELO • MARLON RODRIGUES GONÇALVES • MARTINHO RIBAS • MAURÍCIO LAURO DE LEMOS • MAX ELIAS DE MEDEIROS • MILTON XISTO DE JESUS • MIRACEIBEL ROSA • MIRAMAR ANTÔNIO SOBRINHO • MOISES MOREIRA SALES • NATÁLIA FERNANDA DA SILVA ANDRADE • NATHALIA DE OLIVEIRA PORTO ARAÚJO • NILSON DILERMANDO PINTO • NINRODE DE BRITO NASCIMENTO • NOÉ SANÇÃO RODRIGUES • NOEL BORGES DE OLIVEIRA • OLAVO HENRIQUE COELHO • OLÍMPIO GOMES PINTO • PÂMELA PRATES DA CUNHA • PAULO GEOVANE DOS SANTOS • PAULO NATANAEL DE OLIVEIRA • PEDRO BERNARDINO DE SENA • PETERSON FIRMINO NUNES RIBEIRO • PRISCILA ELEN SILVA • RAFAEL MATEUS DE OLIVEIRA • RAMON JUNIOR PINTO • RANGEL DO CARMO JUNUÁRIO • REGINALDO DA SILVA • REINALDO FERNANDES GUIMARÃES • REINALDO GONÇALVES • REINALDO SIMÃO DE OLIVEIRA • RENATO EUSTÁQUIO DE SOUZA • RENATO RODRIGUES DA SILVA • RENATO RODRIGUES MAIA • RENATO VIEIRA CALDEIRA • RENILDO APARECIDO DO NASCIMENTO • RICARDO EDUARDO DA SILVA • RICARDO HENRIQUE VEPPO LARA • ROBERT RUAN OLIVEIRA TEODORO • ROBSON MÁXIMO GONÇALVES • RODNEY SANDER PAULINO OLIVEIRA • RODRIGO HENRIQUE DE OLIVEIRA • RODRIGO MIRANDA DOS SANTOS • RODRIGO MONTEIRO COSTA • ROGERIO ANTONIO DOS SANTOS • ROLISTON TEDS PEREIRA • RONNIE VON OLAIR DA COSTA • ROSARIA DIAS DA CUNHA • ROSELIA ALVES RODRIGUES SILVA • ROSIANE SALES SOUZA FERREIRA • ROSILENE OZORIO PIZZANI MATTAR • RUBERLAN ANTÔNIO SOBRINHO • SAMARA CRISTINA SANTOS • SAMUEL DA SILVA BARBOSA • SANDRO ANDRADE GONÇALVES • SEBASTIÃO DIVINO SANTANA • SÉRGIO CARLOS RODRIGUES • SIRLEI DE BRITO RIBEIRO • SUELI DE FÁTIMA MARCOS • THIAGO LEANDRO VALENTIM • THIAGO MATEUS COSTA • TIAGO AUGUSTO FAVARINI • TIAGO BARBOSA DA SILVA • TIAGO COUTINHO DO CARMO • TIAGO TADEU MENDES DA SILVA • UBERLANDIO ANTÔNIO DA SILVA • VAGNER NASCIMENTO DA SILVA • VALDECI DE SOUZA MEDEIROS • VINÍCIUS HENRIQUE LEITE FERREIRA • WAGNER VALMIR MIRANDA • WALACI JUNIOR CANDIDO DA SILVA • WALISSON EDUARDO DA PAIXÃO • WANDERSON CARLOS PEREIRA • WANDERSON DE OLIVEIRA VALERIANO • WANDERSON PAULO DA SILVA • WANDERSON SOARES MOTA • WARLEY GOMES MARQUES • WARLEY LOPES MOREIRA • WEBERTH FERREIRA SABINO • WELLINGTON ALVARENGA BENIGNO • WELLINGTON CAMPOS RODRIGUES • WENDERSON FERREIRA PASSOS • WESLEY ANTÔNIO BELO • WESLEY ANTONIO CHAGAS • WESLEY EDUARDO DE ASSIS • WILLIAN JORGE FELIZARDO ALVES • WILSON JOSÉ DA SILVA • WIRYSLAN VINICIUS ANDRADE DE SOUZA • ZILBER LAGE DE OLIVEIRA

AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

INICIATIVA REALIZADA COM RECURSOS DO TERMO DE REPARAÇÃO DE BRUMADINHO FIRMADO PELOS
MINISTÉRIOS PÚBLICOS ESTADUAL E FEDERAL, DEFENSORIA PÚBLICA DE MG E GOVERNO DE MINAS.

LEIS 23.830 – JULHO/2021 E 23.591 – MARÇO/2020

Compromitentes do Termo de Reparação



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Governador

Romeu Zema

Vice-Governador

Mateus Simões de Almeida

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - SEDE

Secretário de Estado de Desenvolvimento Econômico

Fernando Passalio de Avelar

Secretária Adjunta de Desenvolvimento Econômico

Kathleen Garcia Nascimento

Secretário Executivo de Desenvolvimento Econômico

Bruno Araújo Oliveira

Subsecretário de Atração de Investimentos e Cadeias Produtivas

Frederico Amaral e Silva

Superintendente de Política Minerária, Energética e Logística

Pedro Oliveira de Sena Batista

Diretora de Mineração

Maria Eugênia Monteiro de Castro e Silva

Assessores da Diretoria de Mineração

Cristina Campolina de Medeiros

Hernandez Souza Soares

Lucas Augusto Norberto e Silva

Vivian Marjorie Braga Bandeira

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO

Presidente

Luciana Lopes Nominato Braga

Vice-Presidente

Mônica Moreira Esteves Bernardi

Diretoria de Políticas Públicas

Mauro César da Silva

Diretoria de Estatística e Informações

Claudio Djissey Shikida

Pesquisadores em Ciências Aplicadas e Políticas Públicas

Marcelo de Ávila Chaves

Marcus Manoel Fernandes

Valéria Lúcia de Oliveira Freitas

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - SEMAD**Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**

Marília Carvalho de Melo

Secretário Adjunto de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Leonardo Monteiro Rodrigues

Subsecretário de Gestão Ambiental

Diogo Soares de Melo Franco

Superintendente de Gestão Territorial Ambiental e Instrumentos Econômicos

Ricardo Campelo França

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM**Presidente**

Rodrigo Gonçalves Franco

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - IEF**Diretor Geral**

Breno Esteves Lasmar

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM**Diretor Geral**

Marcelo da Fonseca

COORDENAÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS - SISEMA**Diretora de Planejamento e Gestão de Instrumentos e Estudos Ambientais - SEMAD**

Cecília Siman Gomes

Analistas Ambientais da Diretoria de Planejamento e Gestão de Instrumentos e Estudos Ambientais – SEMAD

Andrea Brandão Andrade

Larissa Assunção Oliveira Santos

GRUPO DE TRABALHO DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS - SISEMA**Diretora de Planejamento e Gestão de Instrumentos e Estudos Ambientais - SEMAD**

Cecília Siman Gomes

Analistas Ambientais da Diretoria de Planejamento e Gestão de Instrumentos e Estudos Ambientais – SEMAD

Andrea Brandão Andrade

Larissa Assunção Oliveira Santos

Analista Ambiental da Gerência de Apoio Técnico - FEAM

Adriana de Jesus Felipe

Gestora Ambiental da Gerência de Apoio Técnico - FEAM

Ana Carolina Andrino de Melo

Gestor Ambiental da Gerência de Recuperação Ambiental e Planejamento da Conservação de Ecossistemas - IEF

Leonardo Vieira Faria

Gerente da Gerência de Regulação de Uso de Recursos Hídricos – IGAM

Isadora Pinho Tavares de Filippo

PARTICIPAÇÕES

Diretora de Projetos Ambientais e Instrumentos Econômicos - SEMAD

Fabiana Gonçalves Moreira

Gestor Ambiental da Diretoria de Estratégias em Geotecnologia e Informação Geográfica - SEMAD

Gustavo Henrique Medeiros Resende

Diretor da Diretoria de Gestão de Barragens e Recuperação de Área de Mineração e Indústria - FEAM

Roberto Junio Gomes

Gerente da Gerência de Recuperação de Áreas de Mineração – FEAM

Patrícia Rocha Maciel Fernandes

Gerente de Apoio Técnico - FEAM

Alexandra Figueira Monteiro

Analista Ambiental do Núcleo de Biodiversidade - URFBio Jequitinhonha - IEF

Caroline Priscila Fan Rocha



EMPRESA RESPONSÁVEL E EQUIPE TÉCNICA

Tetra Mais Consultoria Econômica e Ambiental
www.tetramais.com.br

Escritório Sede | São Paulo - SP

Rua Jerônimo da Veiga, 164, 16º andar, Itaim, São Paulo - SP
CEP: 04536-900
Telefone: (11) 2638-6664 / 3071-2721
E-mail: contato@tetramais.com.br

Nova Lima - MG

Rua Min. Orozimbo Nonato, 102
Sala 2206, Torre A.
cep: 34006-053
Telefone: (31) 3517-8776

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Filipe Martinez Biazzi

Engenheiro Civil

Maria Claudia Paley Braga

Engenheira Civil

Martinês Vicente

Engenheiro Ambiental

EQUIPE CHAVE

Maria Claudia Paley Braga

Responsável Técnica, Coordenadora Geral
Engenheira Civil, Especialista em Planejamento e Gestão Ambiental

Lídia Biazzi Lu

Coordenadora Geral e Técnica, Especialista Sustentabilidade Econômica, Social e Institucional
Economista Msc.

Maria Madalena Los

Especialista em Avaliação de Impacto Cumulativo e Avaliação Ambiental Estratégica
Bióloga

Isaura Pinho

Especialista em Planejamento do Setor da Mineração de Ferro
Química

Rodrigo Zichelle

Especialista em Geoprocessamento - BDG
Geógrafo

Adriana Fonseca Braga

Coordenador de Participação e Engajamento Social
Geógrafa

EQUIPE COMPLEMENTAR

Annamaria Rizzo da Fonseca

Coordenadora Geral

Geóloga

Fabíola Bernardes de Souza

Coordenadora Geral e Especialista em Participação e Engajamento Social,

Especialista em Sustentabilidade Cultural

Arquiteta Urbanista Msc.

Cristina Poggiali Almeida

Especialista em Recursos Hídricos

Bióloga

Leonardo Mitre Alvim de Castro

Especialista em Recursos Hídricos

Engenheiro Civil, Dr.

Maria Carmen Aleixo

Especialista em Planejamento do Setor da Mineração de Ferro

Geógrafa

Patrick Martins

Coordenação do Geoprocessamento

Geógrafo

Fernando Amaral

Especialista em Comunicação Visual

Comunicólogo

EQUIPE DE APOIO

Camila Schuchter Soares

Apoio na Participação e Engajamento Social

Comunicadora Social

Carolina Basseto Dias

Apoio em Geoprocessamento

Engenheira Ambiental

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	17
2	AAE DE PENSAMENTO ESTRATÉGICO E ETAPAS DO TRABALHO.....	19
3	CONFIGURAÇÃO DA BASE TERRITORIAL DA AAE.....	22
3.1	QUADRILÁTERO FERRÍFERO (QF).....	23
3.2	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO (BLSE).....	24
3.3	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA (DFNA).....	24
4	DIÁLOGOS COM ATORES-CHAVE.....	25
5	ETAPA I – ESTRATÉGIAS E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	35
5.1	QUADRO PROBLEMA.....	39
5.1.1	<i>Análise da Força Econômica, Condições Sociais e Gestão Pública.....</i>	<i>39</i>
5.1.2	<i>Análise da Força Cultural.....</i>	<i>58</i>
5.1.3	<i>Análise dos Recursos Hídricos.....</i>	<i>71</i>
5.1.4	<i>Análise das Condições da Biodiversidade.....</i>	<i>94</i>
5.1.5	<i>Elos da Cadeia Produtiva da Extração do Minério de Ferro.....</i>	<i>137</i>
5.2	QUADRO ESTRATÉGICO.....	149
5.2.1	<i>Objetivos e Metas de Macropolíticas, Planos e Programas de Âmbito Estadual.....</i>	<i>150</i>
5.2.2	<i>Objetivos e Metas de Políticas, Planos e Programas de Âmbito Federal.....</i>	<i>153</i>
5.2.3	<i>Questões do Quadro Estratégico - PPPs.....</i>	<i>157</i>
5.3	QUADRO LEGAL.....	159
5.4	QUADRO DE GOVERNANÇA.....	162
6	ETAPA II – ENFOQUE.....	166
6.1	CONCEITOS ADOTADOS.....	166
6.2	SELEÇÃO DOS FATORES CRÍTICOS À DECISÃO (FCD).....	168
6.3	FATORES CRÍTICOS À DECISÃO (FCD) E SUAS QUESTÕES DECISIONAIS.....	171
6.4	ANÁLISE INDIVIDUALIZADA POR FCD.....	172
6.4.1	<i>FCD 1 - Governança Institucional e Regulatória.....</i>	<i>172</i>
6.4.2	<i>FCD 2 - Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas.....</i>	<i>175</i>
6.4.3	<i>FCD 3 - Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração.....</i>	<i>177</i>
6.4.4	<i>FCD 4 - Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural.....</i>	<i>179</i>
6.4.5	<i>FCD 5 – Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos....</i>	<i>187</i>



7	ETAPA III – PROPOSITIVA	202
7.1	ANÁLISE DE TENDÊNCIAS.....	202
7.1.1	<i>Cenários para evolução da exploração mineral em longo prazo no Brasil e em Minas Gerais</i>	<i>203</i>
7.1.2	<i>Premissas Setoriais para a Exploração de Minério de Ferro.....</i>	<i>205</i>
7.2	CONSTRUÇÃO DAS OPÇÕES DE DESENVOLVIMENTO, RISCOS E OPORTUNIDADES.....	209
7.2.1	<i>Opção de Desenvolvimento para o FCD 1 – Governança Institucional e Regulatória</i>	<i>215</i>
7.2.2	<i>Opção de Desenvolvimento para o FCD 2 – Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas</i>	<i>217</i>
7.2.3	<i>Opção de Desenvolvimento para o FCD 3 – Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração ...</i>	<i>218</i>
7.2.4	<i>Opção de Desenvolvimento para o FCD 4 – Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos Municípios - 2040.....</i>	<i>220</i>
7.2.5	<i>Opção de Desenvolvimento para o FCD 5 – Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos.....</i>	<i>227</i>
7.3	DIRETRIZES E RECOMENDAÇÕES	235
7.3.1	<i>Diretrizes e Ações segundo Opções de Desenvolvimento</i>	<i>236</i>
7.4	PLANO DE AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO	267
7.4.1	<i>Indicadores por Fator Crítico à Decisão – FCD e respectivas Diretrizes.....</i>	<i>269</i>
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	288

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 – AAE de pensamento estratégico	19
Figura 2-2 – Etapas da AAE do setor de exploração do minério de Ferro	21
Figura 3-1 – AAb da AAE do Setor de Exploração de Minério de Ferro no Estado de MG	22
Figura 4-1 – Diálogos com atores-chave	26
Figura 5-1 – Quadros Etapa 1 – Estratégias e Contextualização	35
Figura 5-2 – Quadro Problema	36
Figura 5-3 – Quadro Estratégico	37
Figura 5-4 – Quadro Regulatório	38
Figura 5-5 – Quadro de Governança	39
Figura 5-6 – Força Econômica - QF	42
Figura 5-7 – Condições Sociais - QF	43
Figura 5-8 – Gestão Municipal - QF	44
Figura 5-9 – Força Econômica - BLSE	46
Figura 5-10 – Condições Sociais - BLSE	47
Figura 5-11 – Gestão Municipal - BLSE	48
Figura 5-12 – Força Econômica - DFNA	49
Figura 5-13 – Condições Sociais - DFNA	50
Figura 5-14 – Gestão Municipal - DFNA	51
Figura 5-15 – Processos Sustentáveis nas Economias do QF	56
Figura 5-16 – Processos Sustentáveis nas Economias da BLSE	57
Figura 5-17 – Processos Sustentáveis nas Economias do Distrito Ferrífero de Nova Aurora	57
Figura 5-18 – Principais Segmentos Turísticos de Minas Gerais	59
Figura 5-19 – Força Cultural, Potencial Turístico e Presença Minerária - Quadrilátero Ferrífero	62
Figura 5-20 – Força Cultural, Potencial Turístico e Presença Minerária – Borda Leste da Serra do Espinhaço. .	64
Figura 5-21 – Força Cultural e Potencial Turístico – Distrito Ferrífero de Nova Aurora	66
Figura 5-22 – Potencial Conflito do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária - Quadrilátero Ferrífero	69
Figura 5-23 – Potencial Conflito do Patrimônio Cultural, Paisagístico e Turístico com a atividade minerária – Borda Leste da Serra do Espinhaço	70
Figura 5-24 – Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do QF	72
Figura 5-25 – Unidades Hidrogeológicas do QF	73
Figura 5-26 – Bacias, Sub-bacias Hidrográficas da BLSE	74
Figura 5-27 – Unidades Hidrogeológicas da BLSE	75
Figura 5-28 – Bacias, Sub-bacias Hidrográficas do DFNA	76
Figura 5-29 – Unidades Hidrogeológicas do DFNA	77
Figura 5-30 – Balanço Hídrico Quantitativo das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas no QF	79
Figura 5-31 – Balanço Hídrico Quantitativo das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas na BLSE	80
Figura 5-32 – Balanço Hídrico Quantitativo das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do DFNA	81

Figura 5-33 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados no QF com os Índices IQA, IET e CT para o Período SECO (médias para 2021)	89
Figura 5-34 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados no QF com os Índices IQA, IET e CT para o Período CHUVOSO (médias para 2021)	90
Figura 5-35 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados na BLSE com os Índices IQA, IET e CT para o Período SECO (médias para 2021)	91
Figura 5-36 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados na BLSE com os Índices IQA, IET e CT para o Período CHUVOSO (médias para 2021)	92
Figura 5-37 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados no DFNA com os Índices IQA, IET e CT para o Período SECO (médias para 2021)	93
Figura 5-38 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados no DFNA com os Índices IQA, IET e CT para o Período CHUVOSO (médias para 2021)	94
Figura 5-39 – Biomas Cerrado e Mata Atlântica no QF	96
Figura 5-40 – Cobertura Vegetal do QF	97
Figura 5-41 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas no QF até 2021	98
Figura 5-42 – Registros de Espécies de Flora e Fauna Ameaçadas de Extinção no QF	99
Figura 5-43 – Perdas e Regeneração da Cobertura de Vegetação Nativa - Período de 1985 a 2020 no QF	100
Figura 5-44 – Unidades de Conservação no QF	102
Figura 5-45 – Mapa das Reservas da Biosfera no QF	103
Figura 5-46 – Cavidades registradas e potencial espeleológico do QF e relação com processos minerários em fase final	104
Figura 5-47 – Unidades de Conservação (UC) no QF e processos minerários em fases finais	105
Figura 5-48 – Unidades de Conservação (UC) no QF e processos minerários em fases iniciais	106
Figura 5-49 – APCBs do QF	107
Figura 5-50 – Hierarquização final dos municípios do QF quanto à capacidade de gestão em meio ambiente ..	109
Figura 5-51 – Biomas Cerrado e Mata Atlântica na BLSE	110
Figura 5-52 – Cobertura Vegetal da BLSE	111
Figura 5-53 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas na BLSE até 2021	112
Figura 5-54 – Registros de espécies de flora e fauna ameaçadas de extinção na BLSE	113
Figura 5-55 – Perdas e regeneração da cobertura de vegetação nativa - Período de 1985 a 2020 na BLSE	114
Figura 5-56 – Unidades de Conservação na BLSE	116
Figura 5-57 – Reservas da Biosfera na BLSE	117
Figura 5-58 – Cavidades registradas e potencial espeleológico da BLSE e relação com processos minerários em fase final	118
Figura 5-59 – Unidades de Conservação na BLSE e processos minerários em fase final	119
Figura 5-60 – Unidades de Conservação na BLSE e processos minerários em fases iniciais	120
Figura 5-61 – APCBs da BLSE	121
Figura 5-62 – Hierarquização final dos municípios da BLSE quanto à capacidade de gestão em meio ambiente	123
Figura 5-63 – Biomas Cerrado e Mata Atlântica no DFNA	124
Figura 5-64 – Cobertura Vegetal do DFNA	125

Figura 5-65 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas no DFNA até 2021	127
Figura 5-66 – Registros de espécies de flora e fauna ameaçadas de extinção no DFNA	128
Figura 5-67 – Perdas e Regeneração de Cobertura de Vegetação Nativa - Período de 1985 a 2020 no DFNA.....	129
Figura 5-68 – Unidades de Conservação no DFNA.....	130
Figura 5-69 – Reservas da Biosfera DFNA.....	131
Figura 5-70 – Cavidades registradas e potencial espeleológico do DFNA e relação com processos minerários em fase final	132
Figura 5-71 – Unidades de Conservação DFNA e processos minerários em fase final.....	133
Figura 5-72 – Unidades de Conservação DFNA e processos minerários em fases iniciais.....	134
Figura 5-73 – APCBs no DFNA	135
Figura 5-74 – Hierarquização final dos municípios do DFNA quanto à capacidade de gestão em meio ambiente	137
Figura 5-75 – Principais Períodos de Deposição de FFBS, em tempo geológico, em Minas Gerais	139
Figura 5-76 – Requisitos legais aplicáveis ao desenvolvimento da atividade de mineração no estado de Minas Gerais – Componentes de Análise	159
Figura 5-77 – Quadro de Governança – elaboração da AAE – Decisão.....	163
Figura 5-78 – Vivência com a mineração de ferro	164
Figura 6-1 – Matriz GUT para organizar as questões por prioridade.	168
Figura 6-2 – Fatores Críticos à Decisão – FCD	170
Figura 6-3 – Sequenciamento Metodológico.	170
Figura 7-1 – Etapas Metodológicas	202
Figura 7-2 – Visão de Futuro PNM 2050	204
Figura 7-3 – Sequenciamento Metodológico para as Opções de Desenvolvimento segundo os FCD	211
Figura 7-4 – Poligonais de Processos Minerários no Quadrilátero Ferrífero (QF) – Concessão de Lavra e Requerimento de Lavra.....	212
Figura 7-5 – Poligonais de Processos Minerários na Borda Leste da Serra do Espinhaço (BLSE) – Concessão de Lavra e Requerimento de Lavra.....	213
Figura 7-6 – Poligonais de Processos Minerários no Distrito Ferrífero de Nova Aurora (DFNA) – Requerimento de Lavra	214
Figura 7-7 – Sequenciamento metodológico para identificação das Diretrizes e Recomendações	236

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5-1 – Força Econômica nas três AAb (número de municípios por AAb).....	52
Gráfico 5-2 – Produtividade Sistêmica nas três AAb (número de municípios por AAb)	52
Gráfico 5-3 – Diversificação Produtiva nas três AAb (número de municípios por AAb)	53
Gráfico 5-4 – Condições Sociais nas três AAb (número de municípios por AAb)	53
Gráfico 5-5 – Gestão Municipal nas três AAb	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 3-1 – Áreas de Abrangência e seus diferenciais	23
Quadro 4-1 – Síntese das etapas participativas realizadas na AAE	28
Quadro 6-1 – Matriz GUT	169
Quadro 6-2 – FCD e correspondência com a Etapa I da AAE	171
Quadro 6-3 – Questões Decisórias do FCD 1 - Governança Institucional e Regulatória	174
Quadro 6-4 – Questões Decisórias do FCD 2 - Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas	176
Quadro 6-5 – Questões Decisórias do FCD 3 Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração	178
Quadro 6-6 – Questões Decisórias do FCD 4 - Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos municípios	183
Quadro 6-7 – Questões Decisórias do FCD 5 - Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos	190
Quadro 7-1 – Enfoque Transformador	210
Quadro 7-2 – Oportunidades e Riscos – FCD 1 – Governança Institucional e Regulatória	216
Quadro 7-3 – Oportunidades e Riscos – FCD 2 – Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas	218
Quadro 7-4 – Oportunidades e Riscos – FCD 3 - Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração	219
Quadro 7-5 – Oportunidades e Riscos – FCD 4.1 – Sustentabilidade Social, Econômica e Institucional	223
Quadro 7-6 – Oportunidades e Riscos – FCD 4.2 – Sustentabilidade Cultural	226
Quadro 7-7 – Oportunidades e Riscos – FCD 5.1 - Biodiversidade	230
Quadro 7-8 – Oportunidades e Riscos – FCD 5.2 – Recursos Hídricos	233
Quadro 7-9 – Diretrizes segundo os FCD	237
Quadro 7-10 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas - FCD 1 – Governança Institucional e Regulatória	239
Quadro 7-11 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas - FCD 2 – Processo de Mineração de Ferro e Inovação Tecnológica	242
Quadro 7-12 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas - FCD 3 – Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração	245
Quadro 7-13 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas - FCD 4.1 – Sustentabilidade Econômica, Social e Institucional	247
Quadro 7-14 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas - FCD 4.2 – Sustentabilidade Cultural	252
Quadro 7-15 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas- FCD 5.1 – Biodiversidade	256
Quadro 7-16 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas- FCD 5.2 – Recursos Hídricos	262
Quadro 7-17 – Plano de Acompanhamento e Monitoramento das Diretrizes do FCD 1 – Governança Institucional e Regulatória	270
Quadro 7-18 – Plano de Acompanhamento e Monitoramento das Diretrizes do FCD 2 – Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas	273
Quadro 7-19 – Plano de Acompanhamento e Monitoramento das Diretrizes do FCD 3 – Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração	275

Quadro 7-20 – Plano de Acompanhamento e Monitoramento das Diretrizes do FCD 4 – Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos Municípios	277
Quadro 7-21 – Plano de Acompanhamento e Monitoramento das Diretrizes do FCD 5 – Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos	282

LISTA DE TABELAS

Tabela 5-1 – Critério de pontuação por categoria dos indicadores	55
Tabela 5-2 – Classificação dos Processos Sustentáveis	55
Tabela 5-3 – Número de Municípios nos Quatro Tipos de Processos Sustentáveis nas AAb	56
Tabela 5-4 – Intervalos de classificação para as escalas de Força Cultural	60
Tabela 5-5 – Reconhecimento cultural do Quadrilátero Ferrífero.	61
Tabela 5-6 – Reconhecimento cultural da Borda Leste da Serra do Espinhaço.	63
Tabela 5-7 – Reconhecimento cultural do Distrito Ferrífero de Nova Aurora.....	65
Tabela 5-8 – Demonstração da metodologia do Indicador Potencial Conflito do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária.....	67
Tabela 5-9 – Intervalos de classificação para os índices resultantes do número de minas ativas e número de barragens de rejeitos registrados.	67
Tabela 5-10 – Intervalos de classificação para as escalas de Força Cultural e Potencial Turístico que compõem o Indicador Potencial Conflito do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária.	68
Tabela 5-11 – Índices Utilizados para a Análise de Balanço Hídrico	78
Tabela 5-12 – Reservas Explotáveis para o QF	82
Tabela 5-13 – Reservas Explotáveis para a BLSE	82
Tabela 5-14 – Reservas Explotáveis para o DFNA.....	82
Tabela 5-15 – Índices Utilizados para Análise do ICHS.....	83
Tabela 5-16 – Classificação das Demandas Computadas no QF em relação ao ICHS	84
Tabela 5-17 – Classificação das Demandas Computadas na BLSE em relação ao ICHS	84
Tabela 5-18 – Classificação das Demandas Computadas no DFNA em relação ao ICHS.....	85
Tabela 5-19 – Resultado da Hierarquização por AAb para a Demanda de Água Subterrânea em Termos Percentuais para Mineração (pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água)	86
Tabela 5-20 – Índices da Qualidade da Água.....	88
Tabela 5-21 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas no QF até 2021	98
Tabela 5-22 – Hierarquização final dos municípios do QF quanto à capacidade de gestão em meio ambiente .	108
Tabela 5-23 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas na BLSE até 2021.....	112
Tabela 5-24 – Hierarquização final dos municípios da BLSE quanto à capacidade de gestão em meio ambiente	122
Tabela 5-25 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas no DFNA até 2021	126
Tabela 5-26 – Hierarquização final dos municípios do DFNA quanto à capacidade de gestão em meio ambiente	136

LISTA DE SIGLAS

AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
AAb	Área de Abrangência
AMIB	Associação dos Municípios Mineradores Brasileiros
AMIG	Associação dos Municípios Mineradores de Minas Gerais
ANAMUP	Associação Nacional dos Municípios Mineradores
ANC	Assembleia Nacional Constituinte
ANM	Agência Nacional de Mineração
APL	Arranjos Produtivos Locais
BLSE	Borda Leste da Serra do Espinhaço
BRMs	Barragens de Mineração
CBL	Companhia Brasileira de Lítio
CBMM	Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração
CBRR	Comissão Brasileira de Recursos e Reservas
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração Mineral
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CRIRSCO	<i>Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards</i>
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
DEER-MG	Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais
DFNA	Distrito Ferrífero de Nova Aurora
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
ETRs	Elementos de Terras Raras
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
ISS	Imposto Sobre Serviços
ITBI	Imposto de Transmissão de Bens Imóveis
ITR	Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural
IUM	Imposto Mineral Único

MME	Ministério das Minas e Energia
MP	Medida Provisória
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PEM MG	Plano Estadual de Mineração de Minas Gerais
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PLG	Permissão de Lavra Garimpeira
PNF	Plano Nacional de Fertilizantes
PNM	Plano Nacional de Mineração
PPPPs	Políticas, Planos, Programas e Projetos
QF	Quadrilátero Ferrífero
RGInt	Região Geográfica Intermediária
ROM	<i>Run-of-Mine</i>
SBRRM	Sistema Brasileira de Recursos e Reservas Minerais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEDE-MG	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais
SENAC	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIGBM	Sistema Integrado de Gestão de Barragens de Mineração
TAH	Taxa Anual por Hectare
TRFM	Taxa de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerários
UFEMG	Unidade Fiscal do Estado de Minas Gerais
UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
VA	Valor Agregado

1 APRESENTAÇÃO

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) é um instrumento de política ambiental que contribui para criar um processo de transição para a sustentabilidade, integrando questões ambientais, econômicas, sociais e institucionais na tomada de decisão pública e privada e avaliando opções de desenvolvimento.

Diante da importância da atividade extrativista mineral, seu papel histórico na economia brasileira e mineira e sua crescente expansão em Minas Gerais, é primordial que a atividade se desenvolva em bases sustentáveis, em especial a mineração de ferro. Sobretudo no atual contexto, pós-ocorrência de dois desastres por rompimento de barragens de rejeitos, nos anos de 2015 e 2019, nos municípios de Mariana, bacia hidrográfica do Rio Doce, e Brumadinho, bacia do Rio Paraopeba, respectivamente.

Nesse sentido, a aplicação do processo AAE ao setor de minério de ferro busca uma perspectiva estratégica de transformação, rumo à trajetória de transição para a sustentabilidade em suas diferentes dimensões. Estabelece as bases conceituais, estratégicas e operacionais à tomada de decisão, no âmbito do planejamento do setor em Minas Gerais, a médio e longo prazo.

A AAE se estrutura por meio de uma agenda de transição que envolve questões centrais do Plano Estadual de Mineração – PEM-MG 2040, no sentido de garantir produtividade e competitividade do setor, reduzir a degradação do meio ambiente e promover melhorias econômicas, sociais e culturais, em uma trajetória progressiva para a sustentabilidade.

Em conjunto, os objetivos da AAE e do PEM-MG traduzem soluções de compromisso ambiental, social, econômico e institucional contidas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS da ONU e, especificamente, para a mineração. Estão ainda referenciados pelos Princípios do ICMM - *International Council on Mining and Metals*.

Em uma avaliação conjunta dos objetivos da AAE e do PEM-MG, com maior ou menor ênfase, todos estão alinhados na direção de três macro-orientações que, dessa forma, contextualizam as Opções de Desenvolvimento do setor:



SUSTENTABILIDADE - Considerando o papel estratégico do minério de ferro no Estado de Minas Gerais, garantir condições rumo ao desenvolvimento sustentável para as Áreas de Abrangência¹, nas dimensões econômica, social e ambiental.



SETORIAL - Garantir a competitividade e produtividade no minério de ferro, com boa gestão, agregação de valor, uso sustentável dos recursos minerais e insumos de produção.



GOVERNANÇA - Consolidar cultura estratégica no processo de decisão, com cooperação interinstitucional, rumo à geração de valor sustentável, no âmbito público e privado.

¹ Área de Abrangência – AAb: na configuração da base territorial da AAE, são os três Distritos Ferríferos, estabelecidos conforme Termo de Referência do Edital de Contratação (TERMO DE REFERÊNCIA/SEDE/DCC/2021 – Processo nº 1220.01.0002778/2020-14), com foco na pesquisa e lavra de minério de ferro.

A elaboração da AAE do setor de exploração de minério de ferro seguiu a solicitação da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico (SEDE), sob o Contrato nº 9327467/2022, com prazo de execução de 27 meses (junho de 2022 a setembro de 2024) e respectivo Termo de Referência.

Neste Relatório Final apresenta-se uma visão geral dos estudos técnicos, alinhamentos e estratégias adotados nesta AAE, que tem como base territorial três Áreas de Abrangência (AAb), quais sejam: Quadrilátero Ferrífero (QF), Borda Leste da Serra do Espinhaço (BLSE) e Distrito Ferrífero de Nova Aurora (DFNA). Essas áreas apresentam significativos diferenciais econômicos e demográficos entre si em termos de geração de riqueza medidas pelo valor do PIB total, importância populacional e estágios de maturação desiguais.

As análises aqui sumarizadas resultaram neste relatório, que contempla 9 Capítulos, apresentando uma visão geral dos estudos técnicos, alinhamento metodológico e principais resultados.

No Capítulo 2 resume-se a concepção da AAE de pensamento estratégico e as etapas de trabalho envolvidas.

No Capítulo 3 apresenta-se a Base Territorial da AAE, expressa em suas três Áreas de Abrangência - AAb, trazendo uma síntese de suas principais especificidades relacionadas à exploração do minério de ferro e questões ambientais, socioeconômicas e culturais.

No Capítulo 4 aborda-se tanto as estratégias e métodos das etapas participativas da AAE, como seus principais resultados, no contexto do Plano de Participação e Engajamento Social – PPES.

A partir dessa compreensão, no Capítulo 5 são apresentados os alinhamentos metodológicos e principais resultados da Etapa I – Contextualização.

A Etapa II – Enfoque, que traz os temas estratégicos da AAE representados pelos Fatores Críticos à Decisão – FCD, ou seja, as questões-chave do processo, são sumarizados no Capítulo 6.

No Capítulo 7 concentram-se as análises com visão de futuro, constituindo a Etapa III – Propositiva, abrangendo: análise de tendências esperadas para a economia e setor e proposição de diretrizes para o setor público vinculado à mineração de ferro, desdobradas em ações de planejamento, gestão e governança e de recomendações para a iniciativa privada. Faz parte também dessa etapa o Plano de Monitoramento, com o objetivo de acompanhar e avaliar a aplicação do instrumento AAE nas instituições do Estado de Minas Gerais.

Finalmente, no capítulo 8, são apresentadas as Referências Bibliográficas.

2 AAE DE PENSAMENTO ESTRATÉGICO E ETAPAS DO TRABALHO

A AAE de pensamento estratégico (**Figura 2-1**), tendo em vista uma agenda de transição para a sustentabilidade do setor de extração de minério de ferro de médio e longo prazo, foi aplicada seguindo metodologia que valoriza características fundamentais e complementares, quais sejam:

- Integração das questões ambientais, econômicas, sociais, culturais e de sustentabilidade nos processos estratégicos cíclicos de planejamento que permitam melhorar a qualidade das decisões atuais e futuras;
- Utilização de Fatores Críticos à Decisão - FCD como temas estruturantes e foco do processo AAE;
- Avaliação de opções estratégicas relativas às oportunidades e riscos para o ambiente, para os processos de sustentabilidade e para o setor de mineração de ferro e respectiva cadeia produtiva, em médio e longo prazo;
- Validação do desempenho da AAE, por meio do monitoramento de sua implementação, de modo que contribua para uma maior eficiência dos processos decisórios e da qualidade dos seus resultados.
- Valorização da comunicação e engajamento social na elaboração e implementação deste instrumento, configura um dos principais componentes do pensamento estratégico em AAE, pois assegura o compartilhamento de conhecimento, o trabalho em rede, o envolvimento e a participação dos atores sociais (PARTIDÁRIO, 2012).

Figura 2-1 – AAE de pensamento estratégico



Fonte: Partidário (2012).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Com esta perspectiva, a AAE foi realizada em três Etapas-chave, sempre enriquecidas e permeadas pela participação social, visualizadas na **Figura 2-2**:

- **Etapa I: Estratégias e Contextualização**

Identificação dos contextos nos quais se inserem as Áreas de Abrangência, sempre relacionando ao setor de exploração do minério de ferro. Análise dos conflitos e desafios ambientais, econômicos, sociais, culturais, institucionais, operacionais e tecnológicos relacionados ao setor e aos territórios. Esta etapa foi fundamental para embasar a escolha dos Fatores Críticos à Decisão (FCD), definidos e analisados na Etapa II – Enfoque.

- **Etapa II: Enfoque**

Integração de todos os temas analisados na Etapa I – Estratégias e Contextualização para a definição e priorização dos temas estratégicos que foram o foco da AAE e que deram base à identificação dos Fatores Críticos à Decisão – FCD.

A partir deste entendimento, a AAE de Pensamento Estratégico segue focalizada nestas questões centrais, que foram objeto de análise com visão de futuro, em correspondência à Etapa III – Propositiva.

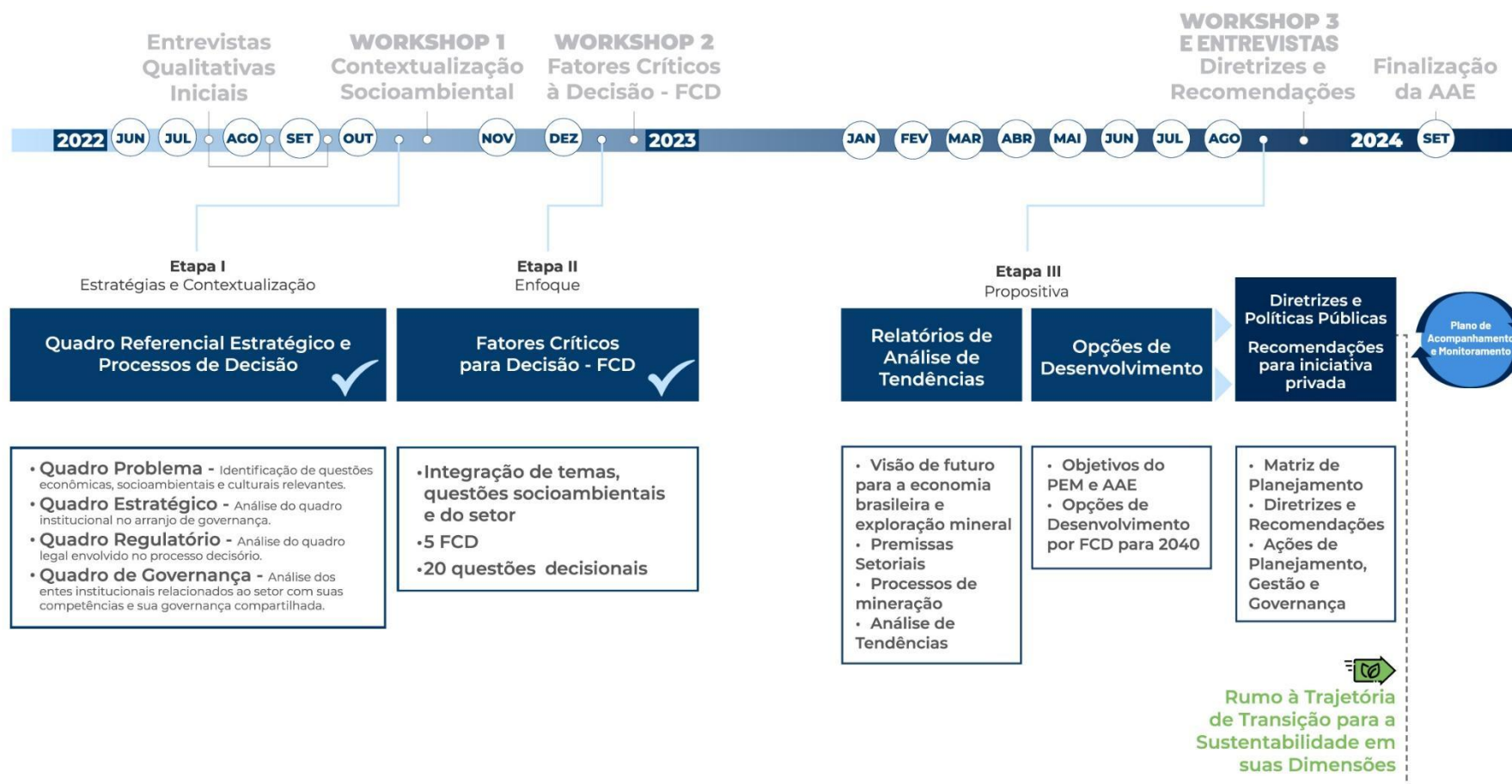
- **Etapa III: Propositiva**

Avaliação do comportamento futuro dos Fatores Críticos à Decisão - FCD no horizonte de 2040, fornecendo a base para se delinear as Opções de Desenvolvimento e convergindo para alternativas de desenvolvimento rumo à sustentabilidade. Teve como suporte os Objetivos Estratégicos da própria Avaliação Ambiental Estratégica – AAE 2040 e do Plano Estadual de Mineração – PEM-MG 2040.

As Opções de Desenvolvimento foram acompanhadas de avaliação de riscos e oportunidades, considerados ao se propor as Diretrizes e Recomendações, numa tentativa de minimizar os riscos e potencializar as oportunidades.

Assim, foi possível amadurecer, em conjunto com todos os resultados das Etapas anteriores da AAE e contribuições advindas da participação social, as proposições de Diretrizes e Recomendações, que foram desdobradas em Ações de Planejamento, de Gestão e de Governança, a serem detalhadas e submetidas a decisões do poder público, mediante avaliação das condições técnicas e tecnológicas e o desenho de políticas na data da sua implementação.

Figura 2-2 – Etapas da AAE do setor de exploração do minério de Ferro

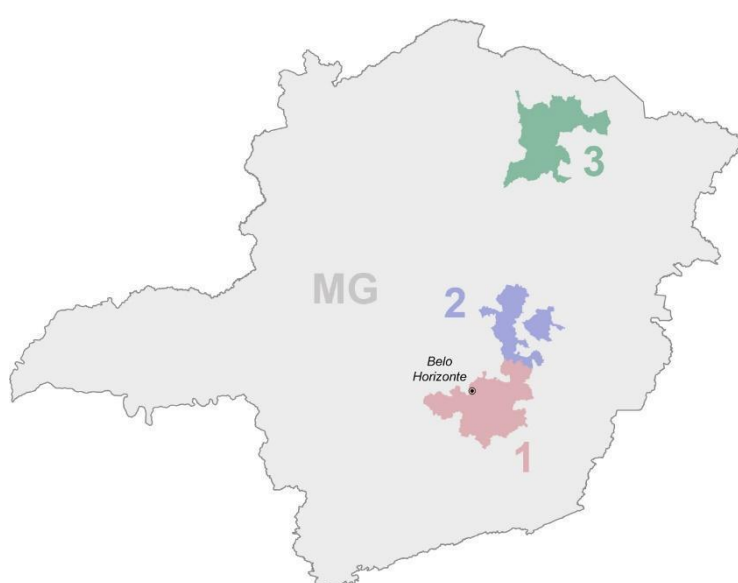


Elaboração: Tetra Mais (2024).

3 CONFIGURAÇÃO DA BASE TERRITORIAL DA AAE

Conforme Termo de Referência do Edital de Contratação, foram estabelecidas três AAb que configuram a base territorial da AAE, considerando os dados disponíveis de pesquisa e lavra de minério de ferro, compreendendo os três Distritos Ferríferos apresentados na **Figura 3-1**, e seus respectivos municípios.

Figura 3-1 – AAb da AAE do Setor de Exploração de Minério de Ferro no Estado de MG



1 - Quadrilátero Ferrífero:

Barão de Cocais, Belo Horizonte, Belo Vale, Betim, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Ibirité, Igarapé, Itabira, Itabirito, Itatiaiuçu, Itaúna, Jeceaba, João Monlevade, Mariana, Mário Campos, Mateus Leme, Moeda, Nova Lima, Ouro Branco, Ouro Preto, Raposos, Rio Acima, Rio Manso, Rio Piracicaba, Sabará, Santa Bárbara, Santa Luzia, São Gonçalo do Rio Abaixo, São Joaquim de Bicas e Sarzedo.

2 - Borda Leste da Serra do Espinhaço:

Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro, Dolores de Guanhanes, Itambé do Mato Dentro, Guanhanes, Morro do Pilar, Santa Maria de Itabira, Santo Antônio do Itambé, Senhora do Porto, Serra Azul de Minas e Serro.

3 - Distrito Ferrífero de Nova Aurora:

Grão Mogol, Padre Carvalho, Porteirinha, Riacho dos Machados, Rio Pardo de Minas, Serranópolis de Minas e Taiobeiras.

Essas três áreas são extremamente diferenciadas, em termos de desempenho e maturidade minerária, grau de preservação do patrimônio ecológico e cultural e grau de consolidação econômica (**Quadro 3-1**).

Quadro 3-1 – Áreas de Abrangência e seus diferenciais

Características Gerais	Quadrilátero Ferrífero	Borda Leste da Serra do Espinhaço	Distrito Ferrífero de Nova Aurora
Área (Km ²)	12.825,66Km ²	7.130,47Km ²	12.294,25 Km ²
Número de municípios (Edital de Contratação da AAE)	34	11	7
População Total (IBGE, 2022)	4.468.851 hab	113.081 hab	130.873 hab
% de população em relação à população total das Áreas de Abrangência da AAE (IBGE, 2022)	95%	2%	3%
Número de Processos Minerários (minério de Ferro) (ANM, 2022)	1.619	417	365
PIB Total (IBGE, 2022)	R\$ 283 bi	R\$ 11bi	R\$2,8bi
Empregos na atividade de extração mineral (IBGE, 2020)	41.315	1.999	425
Participação do Setor de Extração Mineral em relação ao total de empregos formais das três AAb (IBGE, 2020)	2,5%	10,6%	3,4%

Fonte: SEDE (2022), IBGE (2022), ANM (2022).

*Os dados foram atualizados em relação ao documento original

3.1 Quadrilátero Ferrífero (QF)

O QF tem valores socioeconômicos primazes em comparação às demais áreas, independentemente do indicador base, com alta participação no contexto do Estado de Minas Gerais. Em termos de Produto Interno Bruto (PIB), o QF representa 29,9% do total do Estado, apesar de possuir 22% da sua população total.

A extração do minério de Ferro no QF corresponde a 90,7% do valor estadual (registrado em 2020), evidenciando expressiva concentração territorial da produção desse minério. No contexto nacional, a produção também é fortemente concentrada em Minas Gerais, com 192 milhões de toneladas (Mt) (49,4% da produção do país). No cenário mundial, representa 8% (registrado em 2021) à frente de países como Rússia, África do Sul e Ucrânia (SEDE, 2022).

No QF foram verificados 1.619 processos minerários, para as substâncias minério de ferro e ferro, sendo 277 processos na etapa de Concessão de Lavra (ANM, 2022).

3.2 Borda Leste da Serra do Espinhaço (BLSE)

Na BLSE os referenciais demográficos e econômicos são imensamente menores quando comparados ao QF, representando 0,5% da população, 0,8% do PIB e 3,1% dos empregos formais em extração mineral, em relação ao total de Minas Gerais.

Em termos de processos minerários, estavam registrados na região, em 2022, 417 processos (ANM, 2022), com destaque para três depósitos de minério de ferro: Serra do Sapo, Serra da Serpentina e Morro do Pilar (SEDE, 2022).

3.3 Distrito Ferrífero de Nova Aurora (DFNA)

No DFNA não há produção de minério de ferro, apresentando economia ainda incipiente, responsável por 0,3 % do PIB estadual e 0,6% dos empregos formais em extração mineral de MG, este último referente à extração de ouro. Em termos demográficos, responde por 0,7% da população total do Estado. Em 2022, contava com 365 processos minerários relativos ao minério de ferro, em 2022, sendo 26 em fase de Requerimento de Lavra, não existindo, na ocasião, concessão de lavra emitida para minério de ferro (ANM, 2022).

4 DIÁLOGOS COM ATORES-CHAVE

A Participação Social no processo da AAE é parte integrante e fundamental para garantir a contribuição das partes interessadas e a transparência na sua elaboração e implementação. O envolvimento de diferentes setores da sociedade, por meio de diálogos e processos colaborativos, contribui para reduzir conflitos, acrescentar valor às tomadas de decisão, trazer soluções integradas, e, consequentemente, benefícios a todas as partes interessadas.

Nesta AAE, três momentos foram indispensáveis para o envolvimento dos atores sociais:

- na discussão dos principais desafios dos territórios relacionados à mineração de ferro e definição da estratégia da AAE, utilizando-se as entrevistas qualitativas iniciais² e a realização do Workshop 1 – Contextualização;
- na definição dos Fatores Críticos à Decisão – FCD, com a realização do Workshop 2, quando foram elencadas as questões mais relevantes do setor e dos territórios analisados;
- na avaliação das Diretrizes e Recomendações, em que foram mapeadas ideias de diretrizes e recomendações relacionadas aos FCD, em entrevistas qualitativas com atores-chave³ e Workshop 3.

As etapas participativas da AAE envolveram cerca de 320 participantes, em nove Workshops e 56 entrevistas qualitativas (**Figura 4-1**). Os participantes, de diferentes setores da sociedade (Governo, Universidade, Empresas e Sociedade Civil Organizada), contribuíram com suas visões, vivências, conhecimentos técnicos, opiniões e expectativas com relação ao desenvolvimento da mineração de ferro em Minas Gerais.

² Entrevistas realizadas no âmbito do Plano de Participação e Engajamento Social, vinculado à elaboração desta AAE, e realizadas no período de julho a setembro de 2022.

³ Entrevistas realizadas no âmbito do Plano de Participação e Engajamento Social, vinculado à elaboração desta AAE, e realizadas no período de julho a agosto de 2023.

Figura 4-1 – Diálogos com atores-chave

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Os produtos da AAE refletem, portanto, o conhecimento integrado e acumulado, articulando as contribuições advindas das etapas participativas e dos estudos e dados técnicos. Essa abordagem reforçou a legitimidade das decisões técnicas ao longo do processo, assim como a confiança e colaboração de diferentes atores-chave.

Como esperado, houve uma maior participação de órgãos governamentais, considerando o seu papel central na condução de processos de tomada de decisão e planejamento relacionados à mineração de ferro, bem como no estabelecimento de políticas, regulamentações e diretrizes que afetam esse setor. Não obstante, buscou-se, em cada etapa participativa da AAE, obter uma maior participação, equilibrada e inclusiva, de diversos grupos de interesse, a partir do envio de convites digitais. Os grupos Empresas, Universidades e Sociedade Civil Organizada desempenharam papéis significativos nos *workshops* e entrevistas realizados, trazendo suas experiências técnicas, conhecimentos científicos e perspectivas específicas para o processo AAE.

O **Quadro 4-1** a seguir apresenta uma síntese das etapas participativas realizadas e uma breve avaliação de cada uma delas.

Os resultados apresentados das etapas participativas refletem exclusivamente a percepção dos atores-chave, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Governo do Estado de Minas Gerais e sua vinculação às intervenções propostas. Contribuíram, juntamente com os estudos técnicos do Processo AAE, para a caracterização das Áreas de Abrangência e formulação dos FCD e das Diretrizes e Recomendações.

Finalmente, importa ressaltar que ao término de cada etapa participativa foi elaborado um Informe de Participação e Engajamento Social, por Área de Abrangência, com os principais objetivos da AAE e da própria atividade participativa, informando também a metodologia da atividade realizada e a síntese de seus resultados. Estes documentos estão publicados nos sites da Secretaria de Desenvolvimento Econômico - SEDE e da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD.



Os Informes de Participação e Engajamento Social encontram-se nos sites da:

SEDE <http://www.desenvolvimento.mg.gov.br/inicio/projetos/projeto/1082>

SEMAD <http://www.meioambiente.mg.gov.br/noticias/6069-avaliacaoambientalestrategicaaae>

Quadro 4-1 – Síntese das etapas participativas realizadas na AAE

Entrevistas Qualitativas Iniciais	
Data	Julho a setembro de 2022.
Formato	<i>Online</i>
Objetivo	• Conhecimento dos conflitos, desafios e oportunidades socioambientais. • Planejamento dos Workshops; • Ampliação da Lista de Partes Interessadas, a partir do método de indicações, passando de 40 participantes para 187 atores sociais.
Número de participantes	40 entrevistas realizadas: • 09 participantes do grupo Universidades; • 16 participantes do grupo Governo; • 06 participantes da Sociedade Civil Organizada; • 08 participantes do grupo Empresas.
Avaliação Geral	Considerando-se as convergências e similaridades entre as respostas dos participantes desta etapa, pode-se chegar a alguns destaques quanto aos desafios e potencialidades socioambientais e territoriais associados ao Setor, às questões mais críticas da mineração de ferro no estado de Minas Gerais, principais tendências e estratégias para o Setor e o papel da AAE. As contribuições foram qualificadas e subsidiaram as decisões técnicas da equipe da Tetra Mais.
Workshop de apresentação dos resultados das Entrevistas Qualitativas Iniciais	
Data	15/09/2023
Formato	<i>Online</i>
Objetivo	Apresentação dos resultados das entrevistas qualitativas para os participantes desta etapa.
Número de participantes	35 participantes, sendo: • 10 de Instituições do Governo; • 02 de Universidades; • 02 de empresas; • 03 de organizações da Sociedade Civil.
Avaliação Geral	As análises do conteúdo das entrevistas foram realizadas por setor (Universidade, Governo, Empresas e Sociedade Civil Organizada) e por área de abrangência. Os resultados foram apresentados de forma global para os participantes do workshop. Durante o workshop, os participantes tiraram dúvidas e fizeram contribuições que foram devidamente registradas em ata e incluídas no relatório.

Workshop 1 - Contextualização Socioambiental	
Data	
Quadrilátero Ferrífero	03/10/2022, realizada em Belo Horizonte
Borda Leste da Serra do Espinhaço	04/10/2022, realizada em Conceição do Mato Dentro
Distrito Ferrífero de Nova Aurora	06/10/2022, realizada em Grão Mogol
Formato	Híbrido
Objetivo	• Avaliação da relevância dos desafios socioambientais do setor nos territórios; • Ampliação da Lista de Partes Interessadas, a partir do método de indicações; • Diálogo com representantes de diferentes setores da sociedade para captar questionamentos e propostas para enriquecer as decisões técnicas e metodológicas da equipe de trabalho relativas à AAE e suas etapas participativas.
Número de participantes	
Quadrilátero Ferrífero	69 participantes <i>online</i> e 22 participantes presenciais. 91 participantes, sendo: • 31 de Instituições do Governo; • 02 de Universidades; • 21 de empresas; • 18 de organizações da Sociedade Civil; • 19 participantes sem identificação.
Borda Leste da Serra do Espinhaço	20 participantes <i>online</i> e 13 presenciais. 33 participantes, sendo: • 16 de Instituições do Governo; • 01 de Universidade; • 08 de empresas; • 04 de organizações da Sociedade Civil; • 04 participantes sem identificação.
Distrito Ferrífero de Nova Aurora	18 participantes <i>online</i> e 4 presenciais. 22 participantes, sendo: • 09 de Instituições do Governo; • 01 de Universidade; • 04 de empresas; • 04 de organizações da Sociedade Civil; • 04 participantes sem identificação.

Workshop 1 - Contextualização Socioambiental**Avaliação Geral**

Quadrilátero Ferrífero	Principais questões levantadas pelos participantes: • Os participantes questionaram o número de entrevistas qualitativas iniciais realizadas com representantes da sociedade civil, destacando que os participantes desta etapa estão comprometidos com os interesses minerários; • Pontuaram que não tinham conhecimento sobre a realização da AAE, sendo solicitada a publicidade dos documentos para conhecimento e acompanhamento do trabalho. • Solicitaram uma reunião exclusiva com a sociedade civil que atua nas questões ambientais na região e vivência de forma direta os efeitos cotidianos da mineração de ferro em seus territórios, para discussão sobre os conflitos socioambientais, principais desafios e oportunidades do setor. • Em novembro de 2022 foi protocolado ofício no Ministério Público – MG solicitando apoio para realização de uma reunião exclusiva com a sociedade civil. • Neste Workshop percebeu-se que o momento era de escuta e não de realização da atividade planejada, acordando-se o envio de formulários por link para avaliação da relevância dos desafios socioambientais do setor nos territórios. • As contribuições e manifestações deixaram evidente o posicionamento contrário de alguns grupos da sociedade civil com relação à atividade de mineração de ferro realizada atualmente em Minas Gerais.
Borda Leste da Serra do Espinhaço	Principais questões levantadas pelos participantes: • Maior participação do Governo do Estado no licenciamento ambiental; • Entendimento dos órgãos licenciadores sobre quais são os impactos socioambientais da mineração de ferro; • Elaboração de Projetos Socioambientais para melhorar o relacionamento com as comunidades do entorno; • Elaboração de planos estratégicos para diversificação econômica de acordo com a vocação local, aproveitando os programas já existentes no território; • Obrigatoriedade de Programas de Diversificação Econômica desde o início da implantação da mina; • Parcerias entre o poder público e as empresas privadas para melhorias na rodovia MG-010 e para implantação de anel viário em Conceição do Mato Dentro para segurança da população. • Neste workshop foi possível desenvolver a atividade programada com os participantes que estavam <i>online</i> e com os que estavam presentes. O método propôs que cada participante pudesse concordar ou discordar do que fora apontado e indicar novas questões.
Distrito Ferrífero de Nova Aurora	• Em função da baixa adesão no formato presencial, foi acordado com os presentes o envio do formulário do <i>Google Forms</i> para preenchimento individual sobre as questões relativas aos temas norteadores na etapa de Contextualização: 1. Potencialidades e fragilidades socioambientais associadas ao setor do minério de ferro; 2. Desafios do Setor; 3. Tecnologias; 4. Mudanças Climáticas; 5. Dependência econômica pós mineração; 6. Perspectivas e desejos para o futuro.

Workshop 1 - Contextualização Socioambiental

	• A equipe técnica aproveitou o encerramento da oficina para solicitar a indicação de novos atores e instituições da região para a AAE. • Além dos resultados dos formulários preenchidos no Google Forms, foram realizadas três entrevistas qualitativas no dia do Workshop, em Grão Mogol, sendo um representante do governo e dois da sociedade civil organizada. A análise dos resultados e dados obtidos foi realizada de acordo com a metodologia utilizada nas demais entrevistas
--	---

Workshop 2 - Fatores Críticos à Decisão – FCD

Data	
Quadrilátero Ferrífero	12/12/2022
Borda Leste da Serra do Espinhaço	13/12/2022
Distrito Ferrífero de Nova Aurora	14/12/2022
Formato	Online
Objetivo	• Complementação e validação da lista de temas estratégicos e das principais questões socioambientais e da mineração, elaborada para cada área de abrangência a partir dos estudos, levantamentos técnicos e participação social. • Avaliação da relevância de cada questão socioambiental e da mineração de modo a enriquecer as decisões técnicas da equipe da AAE na definição dos Fatores Críticos à Decisão - FCD.
Número de participantes	
Quadrilátero Ferrífero	22 participantes, sendo: • 11 de Instituições do Governo; • 07 de empresas; • 02 de organizações da sociedade civil.
Borda Leste da Serra do Espinhaço	27 participantes, sendo: • 13 de Instituições do Governo; • 06 de empresas; • 08 participantes sem identificação.

Workshop 2 - Fatores Críticos à Decisão – FCD	
Distrito Ferrífero de Nova Aurora	34 participantes, sendo: • 16 de Instituições do Governo; • 09 de empresas; • 06 de Universidades; • 03 de organizações da sociedade civil.
Avaliação Geral	Nesta etapa participativa, em cada Workshop foram criados grupos temáticos com visão multidisciplinar para complementar e priorizar as questões mais relevantes de cada tema estratégico. Os resultados das discussões de cada grupo foram apresentados em plenária, possibilitando novas contribuições de todos os participantes. No Relatório de Enfoque, no item referente às avaliações das Questões Decisionais, são apresentados os resultados da participação social em relação a cada questão decisional, trazendo os resultados obtidos nos três workshops realizados em dezembro de 2022.

Workshop 3 – Diretrizes e Recomendações	
Data	
Empresas	08/08/2023
Sociedade Civil	12/08/2023
Governo e Universidades	17/08/2023
Formato	Online
Objetivo	Identificar, a partir da visão e experiências dos participantes, diretrizes e recomendações orientadas a balancear objetivos de desenvolvimento econômico com objetivos sociais, culturais e ambientais e estabelecer uma trajetória de sustentabilidade para a exploração do minério de ferro em Minas Gerais.
Número de participantes	
Empresas	22 participantes, sendo: • 11 de Instituições do Governo; • 07 de empresas; • 02 de organizações da sociedade civil.



Workshop 3 – Diretrizes e Recomendações	
Sociedade Civil	27 participantes, sendo: • 13 de Instituições do Governo; • 06 de empresas; • 08 participantes sem identificação.
Governo e Universidades	34 participantes, sendo: • 16 de Instituições do Governo; • 09 de empresas; • 06 de Universidades; • 03 de organizações da sociedade civil.
Avaliação Geral	
Empresas	Foram criados grupos temáticos com visão multidisciplinar para a discussão sobre diretrizes e recomendações para cada FCD. Os resultados das discussões de cada grupo foram apresentados em plenária, possibilitando novas contribuições de todos os participantes. As contribuições foram qualificadas e subsidiaram as decisões técnicas da equipe da Tetra Mais no Relatório de Avaliação e Diretrizes.
Sociedade Civil	Os temas foram discutidos em dois grandes blocos, sendo destinado um tempo específico para cada um, possibilitando contribuições e reflexões de todos os participantes. As contribuições foram qualificadas e subsidiaram as decisões técnicas da equipe da Tetra Mais no Relatório de Avaliação e Diretrizes.
Governo e Universidades	Os temas foram discutidos em dois grandes blocos, sendo destinado um tempo específico para cada um, possibilitando contribuições e reflexões de todos os participantes. As contribuições foram qualificadas e subsidiaram as decisões técnicas da equipe da Tetra Mais no Relatório de Avaliação e Diretrizes.

Entrevistas qualitativas finais – Diretrizes e Recomendações	
Data	
Data	Julho a setembro de 2023
Objetivo	Identificar, a partir da visão e experiência dos participantes, diretrizes e recomendações orientadas a balancear objetivos de desenvolvimento econômico com objetivos sociais, culturais e ambientais e estabelecer uma trajetória de sustentabilidade para a exploração do minério de ferro em Minas Gerais.
Número de participantes	16 participantes: • 07 do Grupo Empresas; • 05 do Grupo Governo; • 01 do grupo Universidade; • 03 do Grupo Sociedade Civil.
Avaliação Geral	As contribuições foram qualificadas e subsidiaram as decisões técnicas da equipe da Tetra Mais no Relatório de Avaliação e Diretrizes, de definição de diretrizes e recomendações que contribuam para a solução dos problemas Socioambientais e operacionais relacionados à mineração de ferro em Minas Gerais identificados ao longo da elaboração da AAE.

Elaboração: Tetra Mais (2023)

5 ETAPA I – ESTRATÉGIAS E CONTEXTUALIZAÇÃO

Na **Etapa 1 - Contextualização**, as análises foram estruturadas em quatro Quadros específicos - Quadro Problema, Quadro Estratégico, Quadro Regulatório e Quadro Governança (**Figura 5-1**) - dos quais foram extraídos temas estratégicos e relevantes que, integrados, forneceram as bases para a definição dos Fatores Críticos à Decisão – FCD.

Figura 5-1 – Quadros Etapa 1 – Estratégias e Contextualização

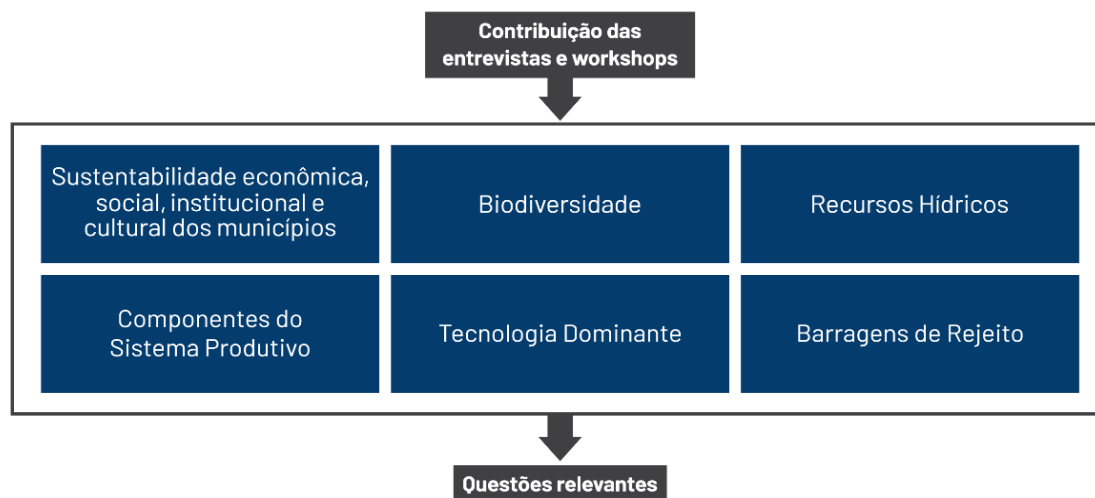


Elaboração: Tetra Mais (2023).

Quadro Problema

Seis temas compõem o Quadro Problema do setor de extração de minério de ferro (**Figura 5-2**), selecionados pela equipe técnica da AAE após sucessivas discussões, conduzidas com método e apoiadas pelas 40 entrevistas qualitativas realizadas com atores-chave à época.

As análises desses temas foram direcionadas à identificação de questões relevantes, ou seja, problemas não resolvidos que criam obstáculos ao pleno progresso sustentável. Evitou-se extensas descrições, apoiando-se na construção de indicadores quali-quantitativos que permitissem análises-síntese, úteis quando se pretende resultados focalizados, seguindo um dos princípios da AAE, o que resultou na configuração de um conjunto de questões relevantes.

Figura 5-2 – Quadro Problema

Elaboração: Tetra Mais (2023).

No delineamento do Quadro Problema da extração do minério de ferro, organizou-se a análise em seis temas que traduzem as principais questões de sua dinâmica de operação e expansão nas AAb:

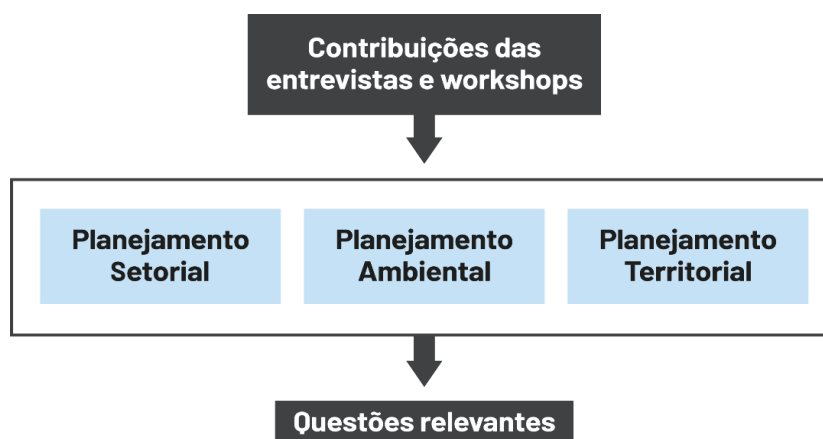
- Questões Ambientais, Econômicas, Sociais e Culturais das Áreas de Abrangência, como também tensões e conflitos já manifestados em relação ao uso dos ativos ambientais, a partir do cruzamento analítico dos indicadores ambientais, socioeconômicos e culturais dos municípios e da presença minerária, associados à dinâmica futura de entrada e saída de minas;
- Conflitos no uso das águas e déficit hídrico: situação da disponibilidade hídrica das bacias e sub-bacias existentes no contexto territorial das áreas de abrangência e seus usos, consuntivos e não consuntivos;
- Perdas de biodiversidade ao longo dos últimos anos e impactos nos geossistemas ferruginosos e campos rupestres associados, além de outros tipos de vegetação nativa, notadamente floresta estacional (mata atlântica) e cerrados;
- Elos faltantes na cadeia de valor da exploração do minério de ferro: a avaliação da cadeia produtiva vigente pode revelar oportunidade de investimentos em mercados específicos da indústria de transformação;
- Dificuldade da produção para acompanhar o avanço da tecnologia: inovações tecnológicas são concentradas principalmente em grandes mineradoras. Empresas de pequeno e médio porte precisam de apoio para acompanhar o avanço tecnológico, visto que seus investimentos, em geral, são direcionados para a manutenção das suas unidades produtivas e, algumas vezes, para pequenas expansões;

- Barragens de rejeito: o tema das barragens tem sido endereçado, tanto para as barragens que oferecem risco e danos potenciais, como para o contingente de atingidos, em termos de legislação e da governança dessas estruturas.

Quadro Estratégico

No delineamento do Quadro Estratégico procurou-se a convergência do conteúdo programático, legal e de governança de forma a nortear a proposição de diretrizes e recomendações no âmbito da AAE. Trata-se da apreciação do planejamento do setor de mineração, da logística de transporte, dos aspectos socioambientais, das mudanças climáticas, do turismo entre outros temas pertinentes à exploração minerária e que estão expressos sob forma de Políticas, Planos, Programas (PPPs) e Projetos Estruturantes, de âmbito federal ou estadual. Em conjunto, norteiam a extração de minério de ferro, na medida em que explicitam os objetivos e a programação de ações, em curso ou previstas em médio e longo prazo (**Figura 5-3**).

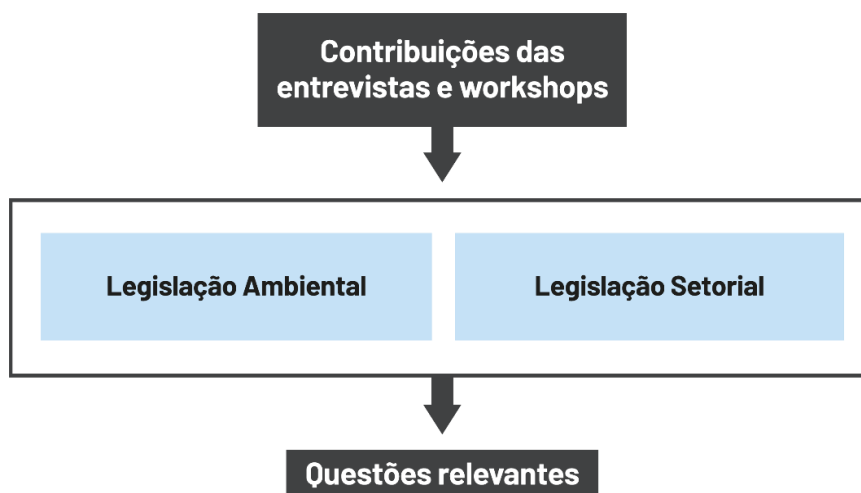
Figura 5-3 – Quadro Estratégico



Elaboração: Tetra Mais (2023).

Quadro Regulatório

A abordagem do Quadro Regulatório vigente aplicável ao setor de mineração considera os diferentes instrumentos legais e normativos, na esfera federal e estadual, caracterizados como relevantes e que incidem sobre diferentes aspectos do desenvolvimento desse setor (**Figura 5-4**).

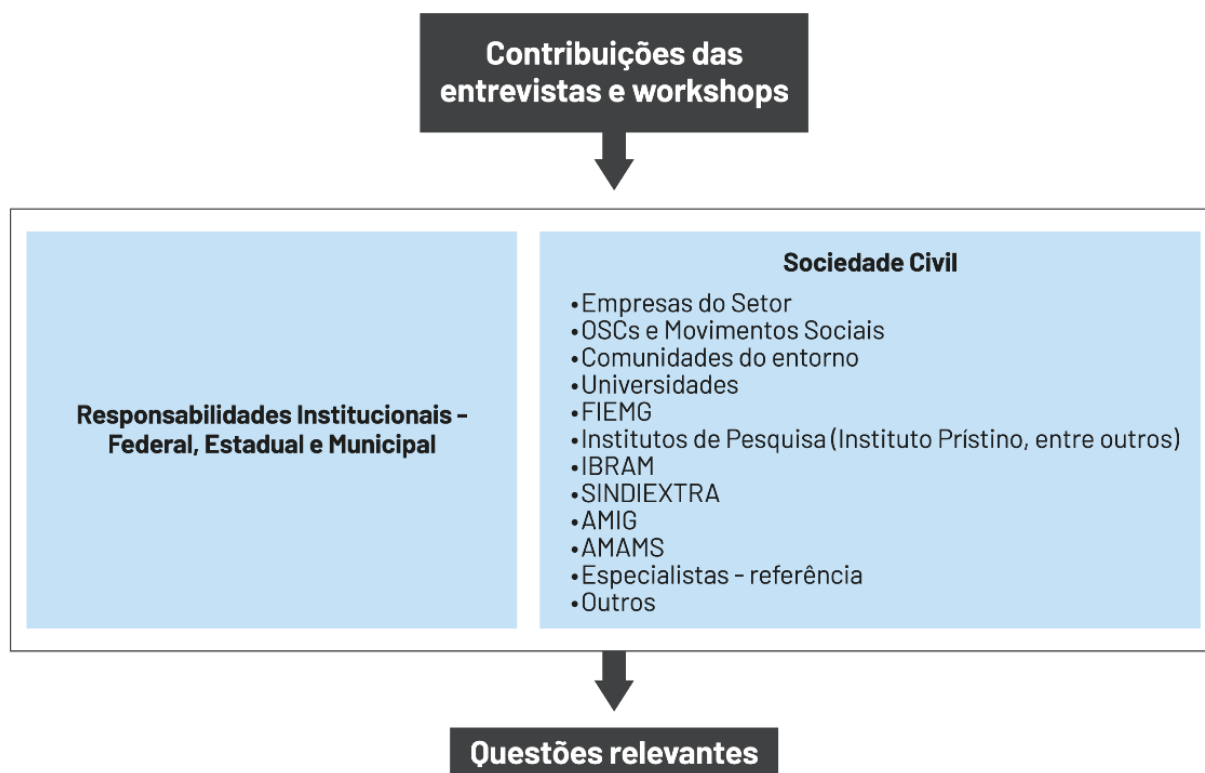
Figura 5-4 – Quadro Regulatório

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Quadro de Governança

No contexto da AAE, as diretrizes e recomendações propostas irão se apoiar num quadro institucional próprio e em inúmeros outros entes institucionais, dependendo da temática envolvida. O papel do Quadro de Governança é, deste modo, vital para assegurar sua efetividade e implementação (Partidário, 2012), endereçando os direitos e obrigações para uma responsabilidade compartilhada, com foco em um processo de aprendizagem coletiva.

Na apresentação do Quadro de Governança do setor de mineração e, em especial, da mineração de ferro no contexto da AAE, importa conhecer os entes institucionais componentes, suas competências e envolvimento com as questões relacionadas ao quadro regulatório e político-institucional do setor (**Figura 5-5**).

Figura 5-5 – Quadro de Governança

Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1 Quadro Problema

5.1.1 Análise da Força Econômica, Condições Sociais e Gestão Pública

O uso de indicadores de processos sustentáveis em municípios das três AAb, abordando dimensões econômicas, sociais e institucionais revelou situações diferenciadas entre os municípios analisados em termos de Força Econômica, Diversificação Produtiva, PIB per capita/produktividade sistêmica, Expressão Minerária, Condições Sociais e Gestão Municipal.

Os resultados dessas sínteses quantitativas, organizados em classes de comportamento, estabelecidas a partir de indicadores consagrados, permitiram identificar casos-tipo segundo os municípios, como se registra na sequência.

Síntese da Força Econômica

A força econômica é indicada pelo PIB Total em termos absolutos, obtido a partir da base de dados do IBGE para o ano de 2019. Esse indicador é utilizado para classificar os municípios em quatro casos-tipo: Economia Superlativa, Economia Relevante, Economia Moderada e Economia Frágil.

Além disso, o indicador foi qualificado por diversos atributos, incluindo:

- Diversificação produtiva da economia municipal, avaliada pelo emprego formal em sete atividades econômicas (RAIS e CAGED, 2020), e classificadas em três categorias: Alta, Média e Baixa Diversificação;
- Importância da CFEM - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (ANM, 2021), que avalia a Expressão Minerária nas categorias: Importante, Moderada e Inexpressiva;
- Encadeamento produtivo, considerando a presença de minas ativas e setores da indústria de transformação relacionados ao minério de ferro (ANM, 2021), sinalizando a participação do município em cadeias produtivas;
- Produtividade sistêmica da economia municipal, calculada pelo PIB per capita em 2019 e classificada como alta, média ou baixa;
- Dinâmica de crescimento econômico, medida pela taxa anual de crescimento do PIB de 2010 a 2019, classificada como vigorosa, moderada, estagnada ou em contração.

Síntese Condições Sociais

Esse indicador mostra as condições sociais, no âmbito dos municípios, em termos dos objetivos a serem alcançados pelas políticas públicas, ou seja, os esforços do poder público traduzidos em ações, oferta de bens, serviços, estruturas e equipamentos, medido por meio do IMRS - Índice Mineiro de Responsabilidade Social para o último ano disponível, 2018. É calculado pela Fundação João Pinheiro e varia de 0 a 1. É composto por seis macro temas com diferentes ponderações: educação; saúde; segurança pública; vulnerabilidade; saneamento, habitação e meio ambiente e cultura, esporte e lazer. Seus resultados são sólidos como medida de Condições Sociais da população residente (FJP, 2019).

Como complemento de sensibilização do indicador de condições sociais, adotou-se o IFDM (Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal), que acompanha anualmente o desenvolvimento socioeconômico de todos os municípios brasileiros em três áreas de atuação: Emprego e renda, Educação e Saúde, feito com base em estatísticas públicas oficiais, sendo seu último ano de divulgação em 2018 e ano-base 2016. O IFDM varia de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento do município.

As classes de comportamento desses indicadores resultaram em três possibilidades de casos-tipo: Município com Condição Social Satisfatória, Condição Social Moderada e Condição Social Vulnerável.

Síntese Gestão Municipal

O indicador de Gestão Municipal avalia a habilidade da administração pública local em gerar e alocar recursos, planejar o desenvolvimento e promover a participação social. Utiliza o Índice Firjan de Gestão Fiscal (IFGF), que varia de 0 a 1, medindo autonomia financeira, gastos com pessoal, liquidez e investimentos dos municípios.

O IFGF categoriza os municípios em Excelência de Gestão, Boa Gestão, Dificuldade de Gestão e Gestão Crítica, indicando o nível de eficácia da gestão pública.

Além disso, indicadores de Planejamento Municipal, como a existência de Diretrizes Territoriais (Plano Diretor e Lei de Uso e Ocupação do Solo), complementam a avaliação da governança municipal. A análise também considera a atualização regular dos Planos Diretores, conforme o Estatuto da Cidade.

Dessa forma, esse indicador oferece *insights* sobre a capacidade de gestão e governabilidade pública nos municípios, resultando em quatro possibilidades de casos-tipo: Boa Gestão, Moderada Gestão, Dificuldade de Gestão e Gestão Crítica.

5.1.1.1 Resultados dos Indicadores Força Econômica, Condições Sociais e Gestão Pública

Os indicadores de Força Econômica, Condição Social e Gestão Pública dos municípios nas três AAB permitiram entender seus diferenciais de sustentabilidade como se aponta:

5.1.1.1.1 Quadrilátero Ferrífero (QF)

A. Força Econômica

A mineração é um setor estratégico em Minas Gerais, especialmente a mineração de ferro no QF. Indicadores econômicos, sociais e de gestão mostram diferentes comportamentos.

No contexto do QF, com 34 municípios, há diferentes categorias econômicas, conforme **Figura 5-6**: Economia Superlativa inclui apenas Belo Horizonte; 14 municípios têm Economias Relevantes; 13 têm Economias Moderadas e 6 são Economias Frágeis.

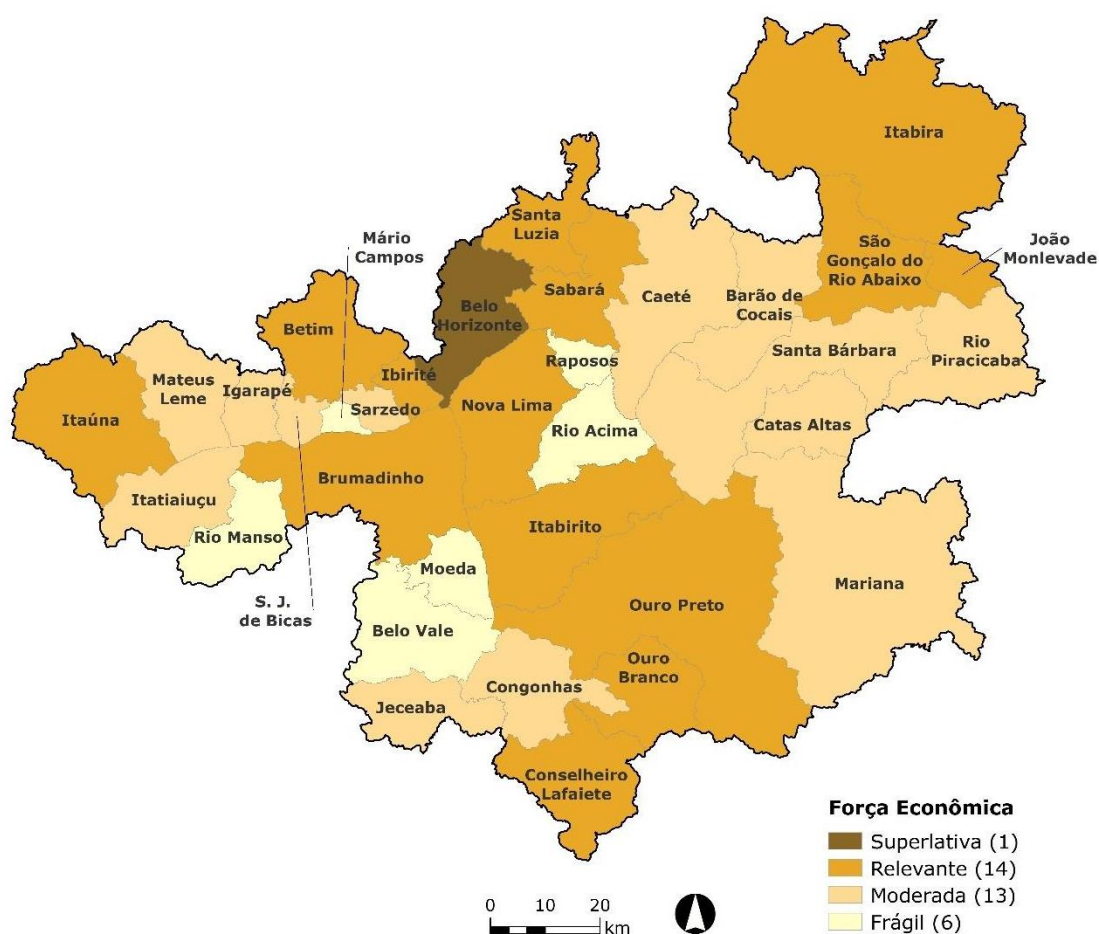
Entre os municípios com Economia Relevante, 8 exploram minério de ferro. Quatro municípios têm parcela significativa de CFEM: Nova Lima, Itabira, São Gonçalo do Rio Abaixo e Itabirito. O PIB per capita varia de médio a alto e a diversificação produtiva é relevante.

Entre os municípios com Economia Moderada, 9 exploram a mineração de ferro, com diferenciais na arrecadação da CFEM, o PIB per capita/produzividade sistêmica é moderado, a diversificação produtiva é média/baixa e o crescimento do PIB é variável.

Nos municípios com Economia Frágil, apenas Belo Vale tem minas ativas, apresentando baixo PIB per capita e crescimento moderado.

Em síntese, a força econômica observada nas economias municipais do QF se relaciona direta e fortemente com a presença minerária e seus desdobramentos no âmbito da cadeia produtiva formada a partir do minério de ferro beneficiado. Esse comportamento se traduz em PIB per capita expressivo e importância absoluta da CFEM.

Figura 5-6 – Força Econômica - QF



Elaboração: Tetra Mais (2023).

B. Condições Sociais

Os indicadores das Condições Sociais no QF refletem, em alguma medida, a força econômica dos municípios (**Figura 5-7**). Entre os 34 municípios, 14 apresentaram, em 2018, Condição Social Satisfatória e, o restante, Condição Social Moderada.

Figura 5-7 – Condições Sociais - QF



Elaboração: Tetra Mais (2023).

C. Gestão Municipal

O Índice Firjan de Gestão Fiscal (IFGF) avalia a sustentabilidade institucional dos municípios (**Figura 5-8**). No QF, 14 dos 34 municípios apresentaram Gestão de Excelência, a maioria com Planos Diretores Municipais, mesmo estando alguns desatualizados. Dezesete municípios apresentaram Boa Gestão. Santa Luzia apresentou Dificuldade de Gestão e, Santa Bárbara, gestão crítica. Não há dado para São Gonçalo do Rio Abaixo.

Figura 5-8 – Gestão Municipal - QF



5.1.1.1.2 Borda Leste da Serra do Espinhaço (BLSE)

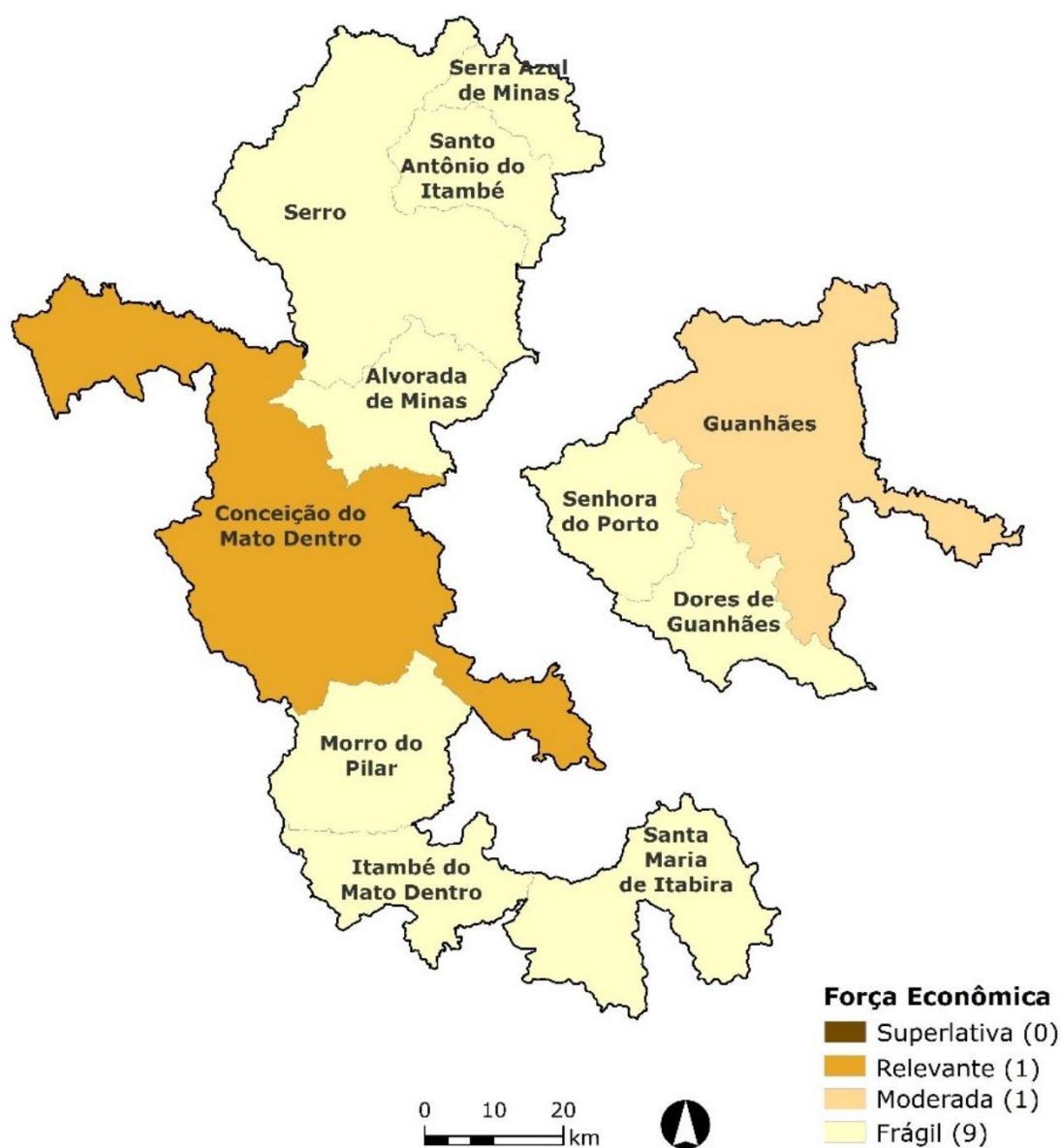
A. Força Econômica

Entre os 11 municípios do distrito ferrífero BLSE, apenas Conceição do Mato Dentro foi categorizado com Força Econômica Relevante, resultando em alta CFEM e PIB total cinco vezes maior que Guanhães, classificado com Força Econômica Moderada, ambos com mineradoras ativas e média diversificação produtiva (**Figura 5-9**).

O PIB per capita/produtividade sistêmica reflete a forte presença do setor minerário em Conceição do Mato Dentro, tendo como contrapartida uma importante relevância da CFEM.

Entre os municípios com Força Econômica Frágil, alguns apresentam projetos de mineração em estudo e em processo de licenciamento, demonstrando o interesse na expansão de atividades minerárias na região.

O crescimento do PIB variou nesta região entre moderado e estagnado na última década, exceto em Conceição do Mato Dentro e Dolores de Guanhães, impulsionados pela operação de mineradora na região.

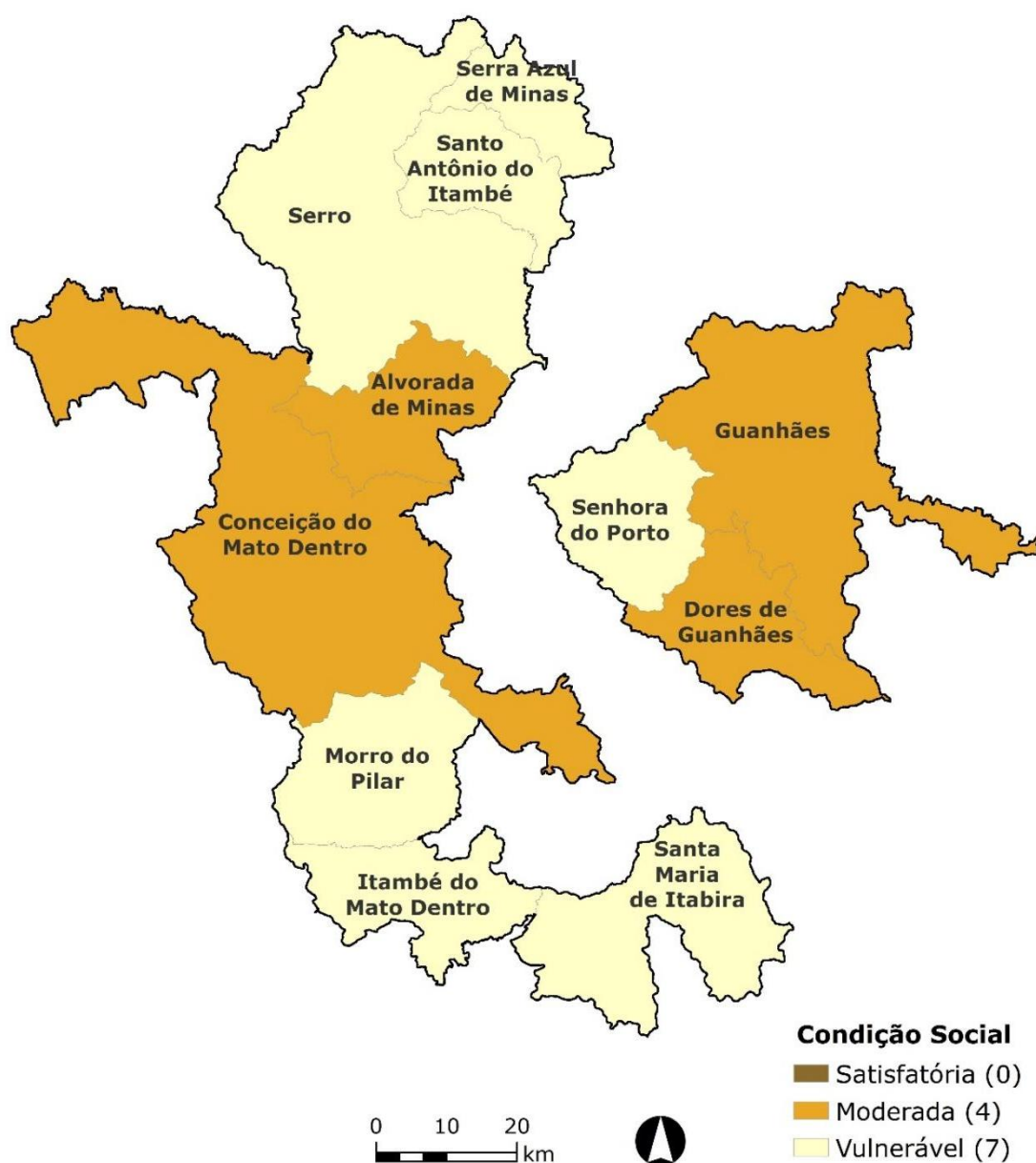
Figura 5-9 – Força Econômica - BLSE

Elaboração: Tetra Mais (2023).

B. Condições Sociais

Nessa região, sete dos onze municípios apresentaram Condição Social classificada como Vulnerável, e apenas quatro municípios, em melhores condições, foram inseridos na classe de Condição Social Moderada (**Figura 5-10**).

Figura 5-10 – Condições Sociais - BLSE



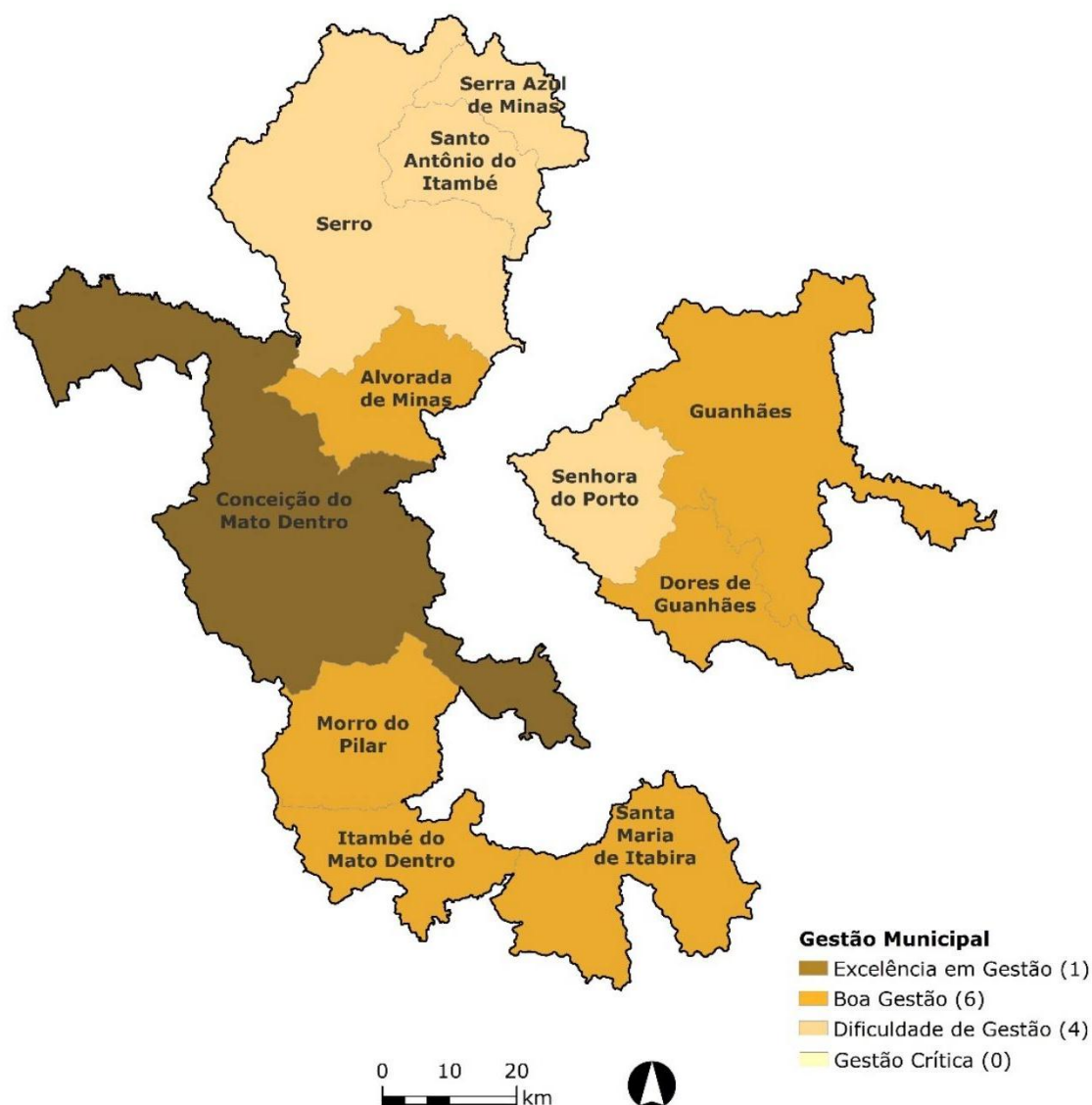
Elaboração: Tetra Mais (2023).

C. Gestão Municipal

Na análise da gestão municipal pelo índice IFGF, Conceição do Mato Dentro se destaca com Excelência em Gestão. Alvorada de Minas, Guanhães, Dolores de Guanhães, Morro do Pilar, Itambé do Mato Dentro e Santa Maria de Itabira apresentam Boa Gestão. Os demais municípios foram classificados como Gestão Municipal com Dificuldade de Gestão (**Figura 5-11**).

Dos municípios que compõem essa Área de Abrangência, somente Conceição do Mato Dentro, Alvorada de Minas e Serro implementaram Planos Diretores Municipais, datados de 2020, 2022 e 2007, respectivamente. Adicionalmente, é importante notar que apenas Serro conta com Lei de Uso e Ocupação do Solo estabelecida.

Figura 5-11 – Gestão Municipal - BLSE



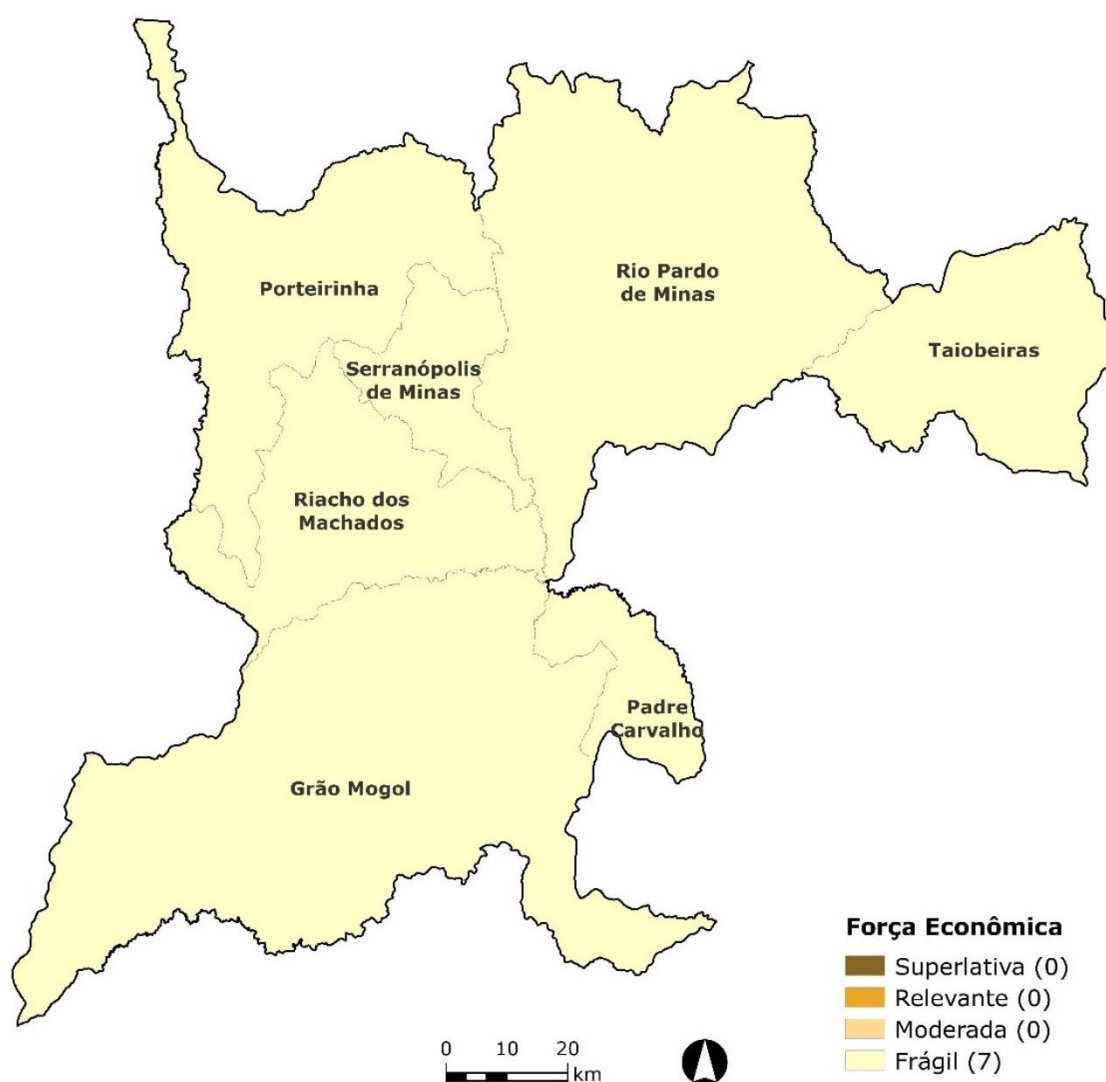
5.1.1.1.3 Distrito Ferrífero de Nova Aurora (DFNA)

A. Força Econômica

Há uma forte homogeneidade territorial no comportamento dos indicadores de Força Econômica analisados na região Norte de Minas Gerais, no âmbito do DFNA (**Figura 5-12**).

Seus sete municípios são categorizados com Economia Frágil, baseada em atividades agrícolas de pequena escala. O PIB per capita/produtividade sistêmica é predominantemente baixo, exceto Grão Mogol e Riacho dos Machados, que têm PIB médio. Riacho dos Machados, devido à extração de ouro, possui diversificação produtiva média e crescimento vigoroso, enquanto a maioria dos demais municípios tem crescimento moderado, com exceção de Rio Pardo de Minas, que se manteve estagnado na última década.

Figura 5-12 – Força Econômica - DFNA

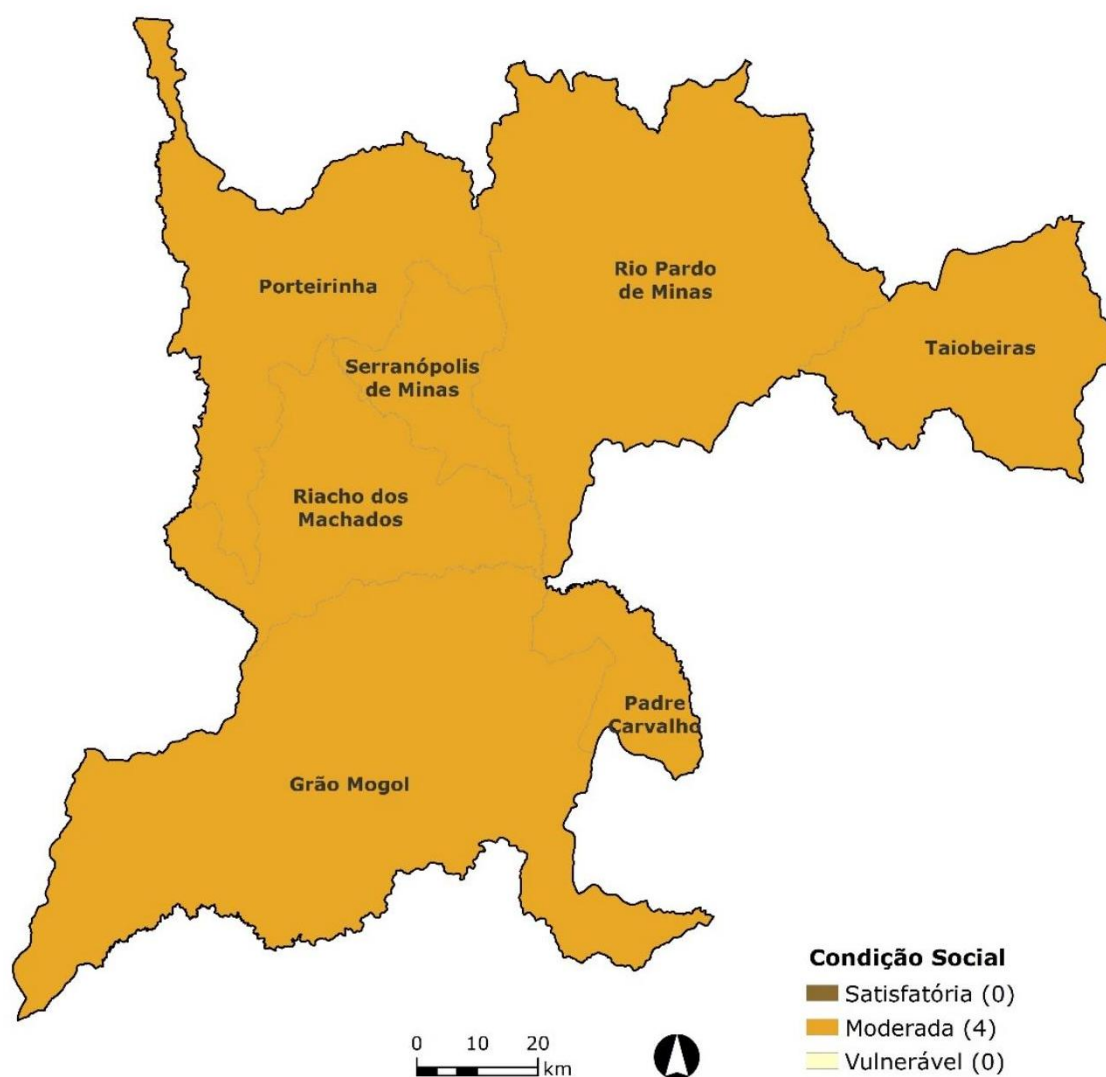


Elaboração: Tetra Mais (2023).

B. Condições Sociais

O indicador de Condição Social caracteriza os municípios na situação Moderada, conforme o Índice Mineiro de Responsabilidade Social - IMRS, em 2018, variando muito pouco entre si (**Figura 5-13**). Paralelamente, o Índice Firjan de Desenvolvimento Social - IFDS, de 2016, indica padrões de desenvolvimento entre Moderado e Regular.

Figura 5-13 – Condições Sociais - DFNA

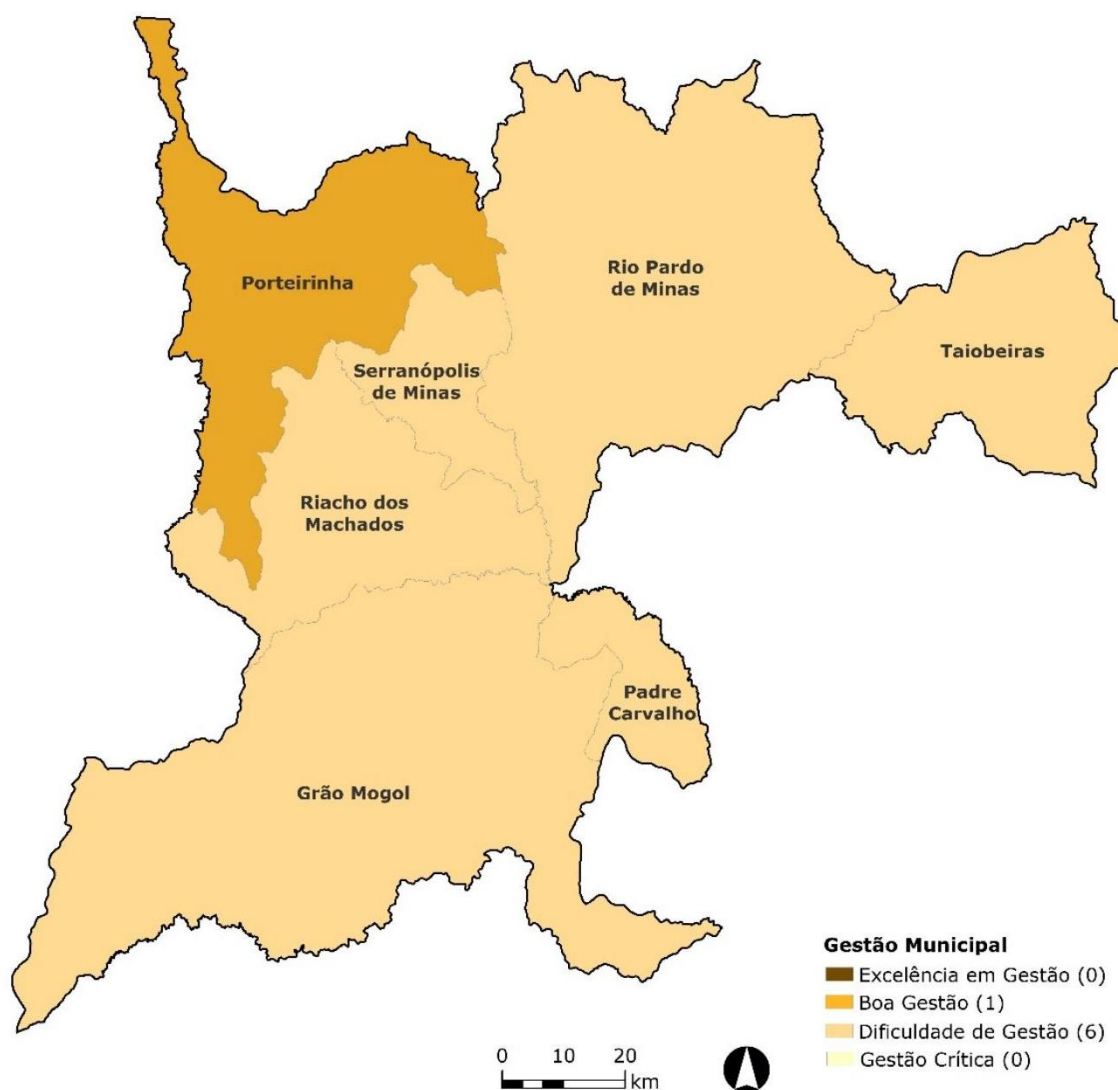


Elaboração: Tetra Mais (2023).

C. Gestão Municipal

Em relação à gestão municipal (**Figura 5-14**), seis dos sete municípios enfrentam desafios, em função de terem sido classificados com Dificuldade de Gestão. Apenas Porteirinha foi classificado com Boa Gestão, em 2020. Três desses municípios possuem Plano Diretor Municipal: Porteirinha, Rio Pardo de Minas e Taiobeiras. Além disso, Rio Pardo de Minas e Porteirinha têm Lei de Uso e Ocupação do Solo implementada

Figura 5-14 – Gestão Municipal - DFNA

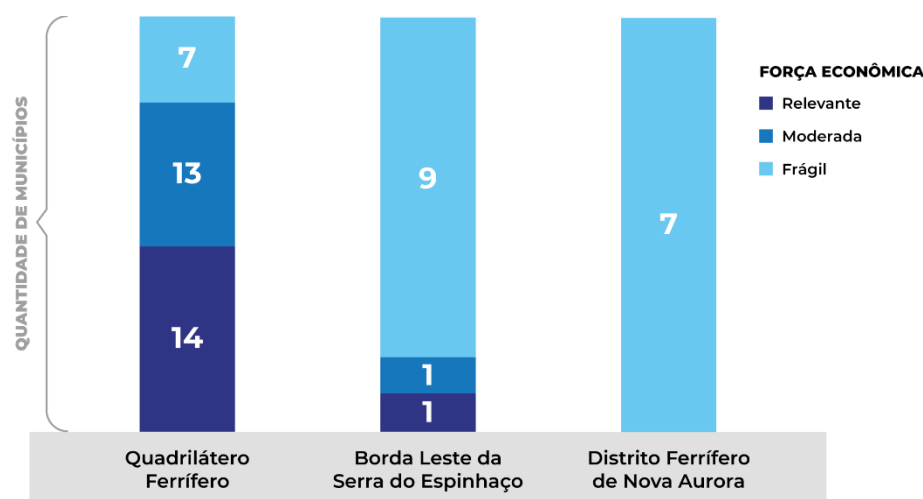


Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.1.1.4 Comparações das AAb segundo indicadores de sustentabilidade

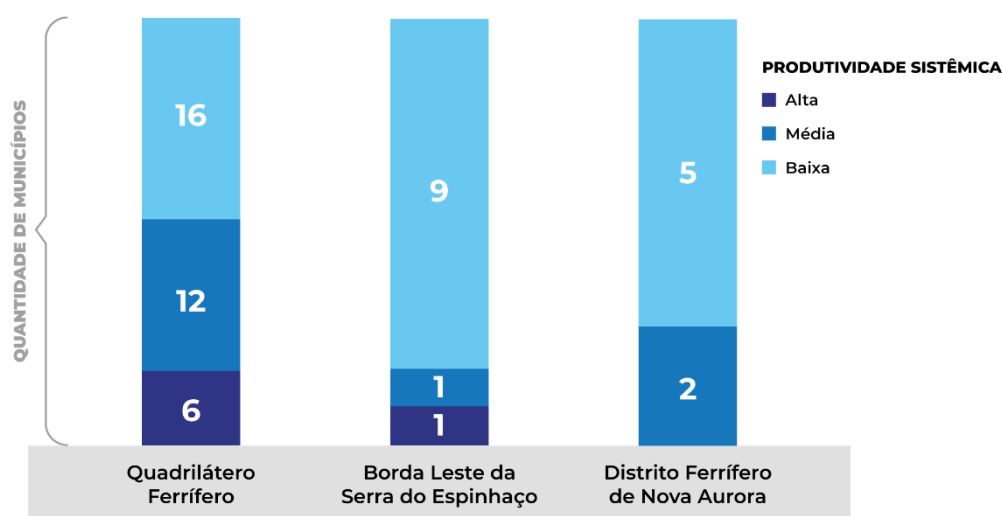
Os resultados de diferentes categorias de análise, considerando comparativamente as três AAb e seus Indicadores de Sustentabilidade, mostram distintas características e dinâmicas socioeconômicas, com destaque, por exemplo, para o QF, onde 14 dos 34 municípios têm Força Econômica classificada como Relevante, em grande parte associada ao protagonismo da mineração de ferro. Na BLSE apenas o município de Conceição do Mato Dentro se destaca economicamente, e no DFNA todos os sete municípios são categorizados com Força Econômica Frágil. O **Gráfico 5-1**, **Gráfico 5-2** e **Gráfico 5-3** mostram a comparação dos indicadores por AAb.

Gráfico 5-1 – Força Econômica nas três AAb (número de municípios por AAb)

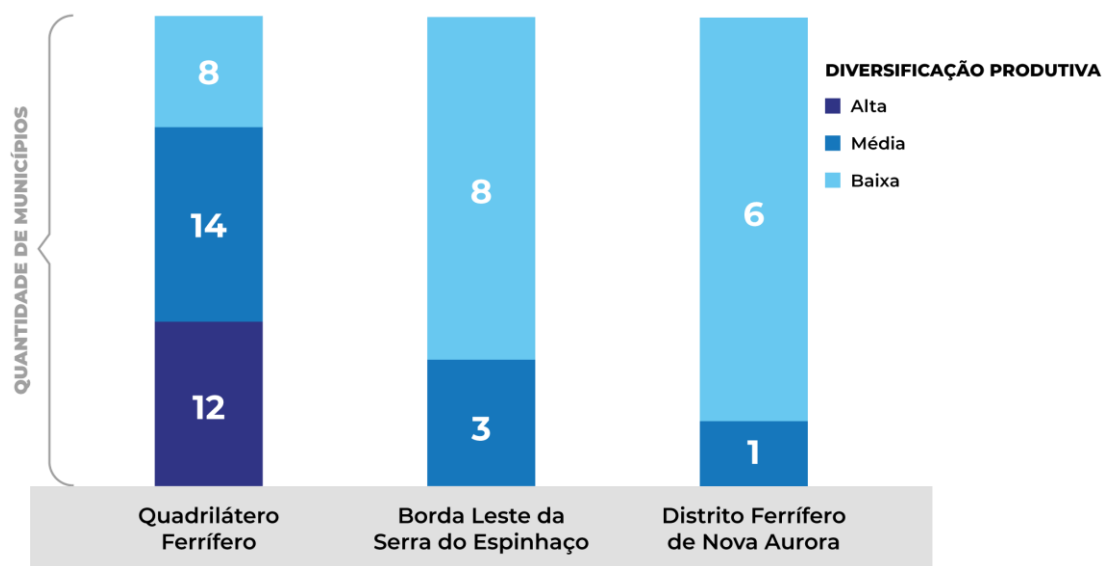


Elaboração: Tetra Mais (2022).

Gráfico 5-2 – Produtividade Sistêmica nas três AAb (número de municípios por AAb)

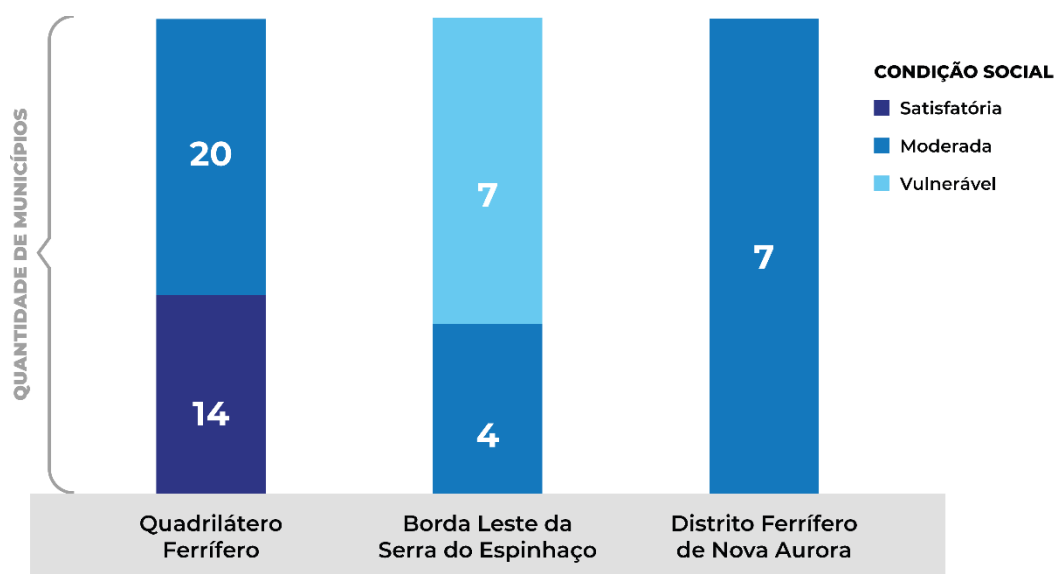


Elaboração: Tetra Mais (2022).

Gráfico 5-3 – Diversificação Produtiva nas três AAb (número de municípios por AAb)

Elaboração: Tetra Mais (2022).

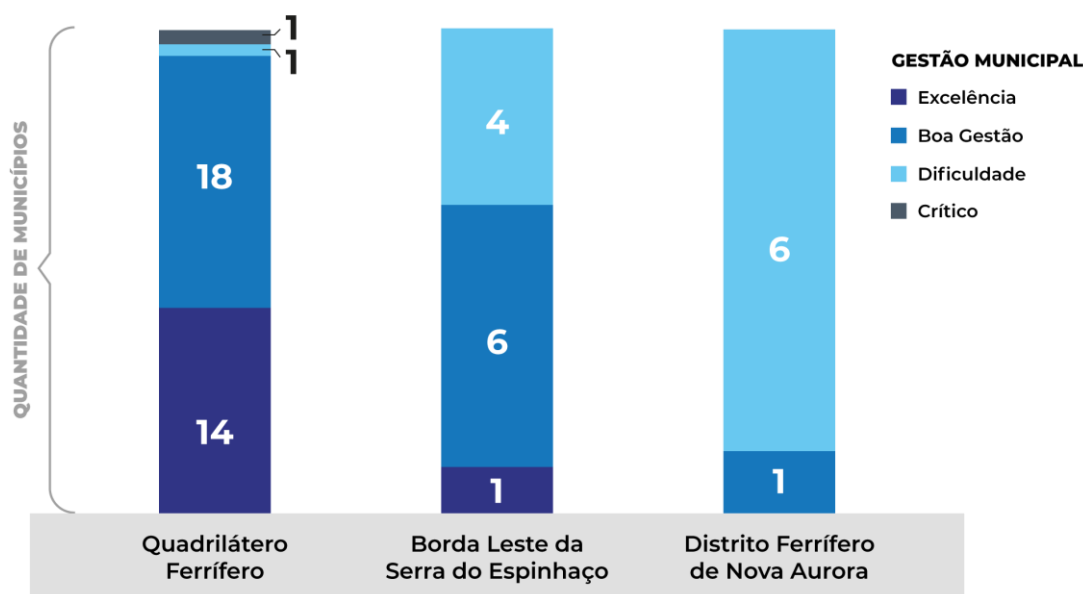
Nas Condições Sociais, as disparidades entre as três áreas são notáveis (**Gráfico 5-4**). O QF registra 14 municípios com Condição Social Satisfatória e 20 com Condição Social classificada como Moderada. Na BLSE, 7 municípios apresentam classificação Vulnerável e 4 Moderada. Já no DFNA, seus 7 municípios foram classificados com Condição Social Moderada, apesar de sua Força Econômica ser classificada como Frágil.

Gráfico 5-4 – Condições Sociais nas três AAb (número de municípios por AAb)

Elaboração: Tetra Mais (2022).

Na gestão municipal (**Gráfico 5-5**), o DFNA enfrenta desafios significativos, com seis municípios classificados como tendo Dificuldade de Gestão, enquanto apenas um, Porteirinha, é reconhecido por sua Boa Gestão. Em contraste, no QF, 14 municípios destacam-se com Gestão de Excelência, 17 são classificados com Boa Gestão e apenas dois enfrentam Dificuldade de Gestão. Já na BLSE, apenas Conceição do Mato Dentro apresenta Gestão de Excelência, enquanto seis municípios são classificados com Boa Gestão e quatro apresentam Dificuldade de Gestão.

Gráfico 5-5 – Gestão Municipal nas três AAb



Elaboração: Tetra Mais (2022).

5.1.1.1.5 Qualificação dos municípios rumo aos processos sustentáveis

A convergência dos indicadores econômicos (força econômica, diversificação produtiva, produtividade sistêmica, expressão minerária, encadeamento da cadeia produtiva e crescimento econômico), sociais (condição social e desenvolvimento municipal) e institucionais (gestão municipal e diretrizes territoriais) nos 52 municípios das três AAb resultou em quatro modalidades de possíveis processos sustentáveis.

Entende-se conceitualmente como processo sustentável a alocação eficiente dos fatores de produção, no sentido de gerar riqueza e renda, monetária e não monetária, para a população e receita orçamentária, para que o poder local possa ofertar bens e serviços públicos. Trata-se de uma tentativa de se aproximar do conceito de sustentabilidade.

A análise combina cinco categorias: força econômica, diversificação produtiva, produtividade sistêmica, condição social e gestão pública. A pontuação de cada categoria por município define quatro tipologias distintas, com base em intervalos de classificação (**Tabela 5-1**).

Tabela 5-1 – Critério de pontuação por categoria dos indicadores

Força Econômica do Município	Pontuação
Superlativa	4
Relevante	3
Moderada	2
Frágil	1
Diversificação Produtiva	Pontuação
Alta	3
Média	2
Baixa	1
Produtividade Sistêmica	Pontuação
Alta	3
Média	2
Baixa	1
Condição Social	Pontuação
Satisfatória	3
Moderada	2
Vulnerável	1
Gestão Pública	Pontuação
Excelência	4
Boa gestão	3
Dificuldade	2
Crítica	1

Elaboração: Tetra Mais (2022).

Os resultados dessa pontuação permitiram identificar quatro modalidades de processos sustentáveis, como mostra a **Tabela 5-2**.

Tabela 5-2 – Classificação dos Processos Sustentáveis

Intervalo de Classificação – Número de Pontos	Processos Sustentáveis nas Economias Municipais
14 a 17	Boa Chance para processo sustentável
10 a 13	Chance moderada para processo sustentável
08 a 09	Chance limitada para processo sustentável
05 a 07	Processo em circunstância de não sustentabilidade

Elaboração: Tetra Mais (2022).

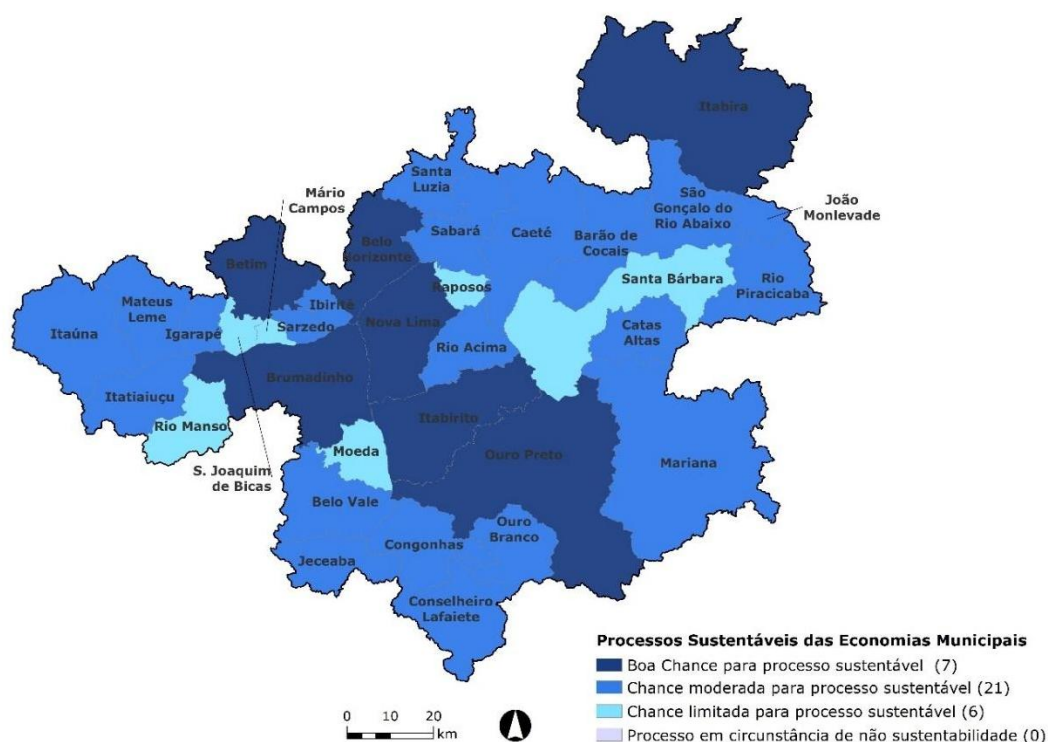
Essas classificações realçam os contrastes entre as AAb. O QF se destaca com maior chance de desenvolver processos mais sustentáveis. Entretanto, em se tratando das áreas BLSE e DFNA, os casos desviam da sustentabilidade (**Tabela 5-3 e Figura 5-15 à Figura 5-17**).

Tabela 5-3 – Número de Municípios nos Quatro Tipos de Processos Sustentáveis nas AAb

Classificação dos Processos Sustentáveis das Economias Municipais	QF	BLSE	DFNA	Total
Boa Chance para modelo sustentável	13	1	0	14
Chance moderada para modelo sustentável	14	1	0	15
Chance limitada para modelo sustentável	2	1	2	5
Modelo em circunstância de não sustentabilidade	5	8	5	18
Total	34	11	7	52

Elaboração: Tetra Mais (2022).

Figura 5-15 – Processos Sustentáveis nas Economias do QF



Elaboração: Tetra Mais (2023).

Figura 5-16 – Processos Sustentáveis nas Economias da BLSE

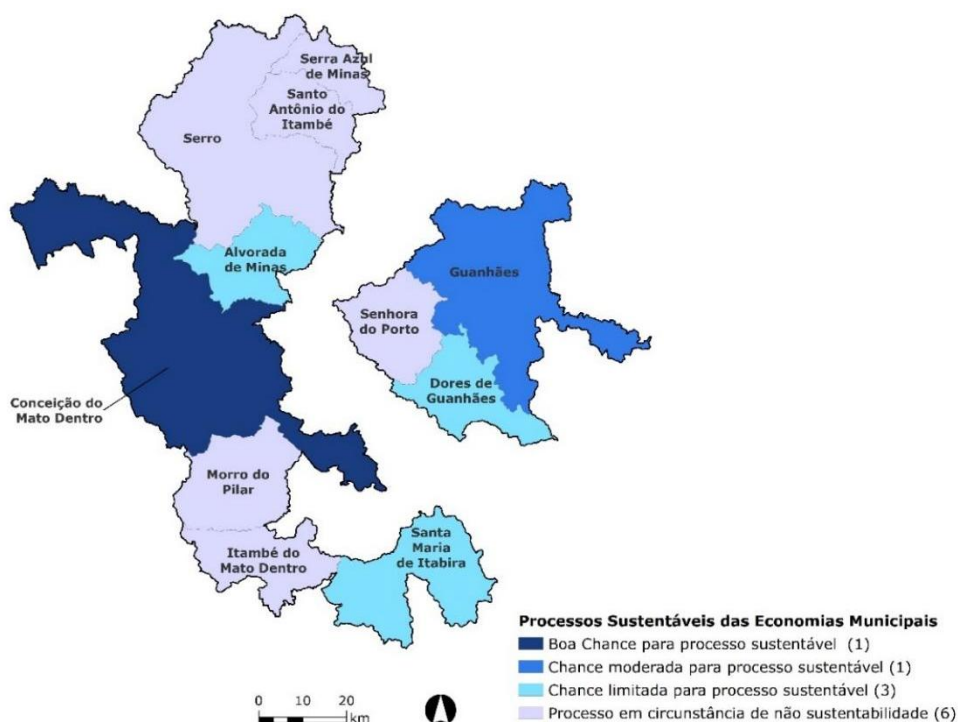
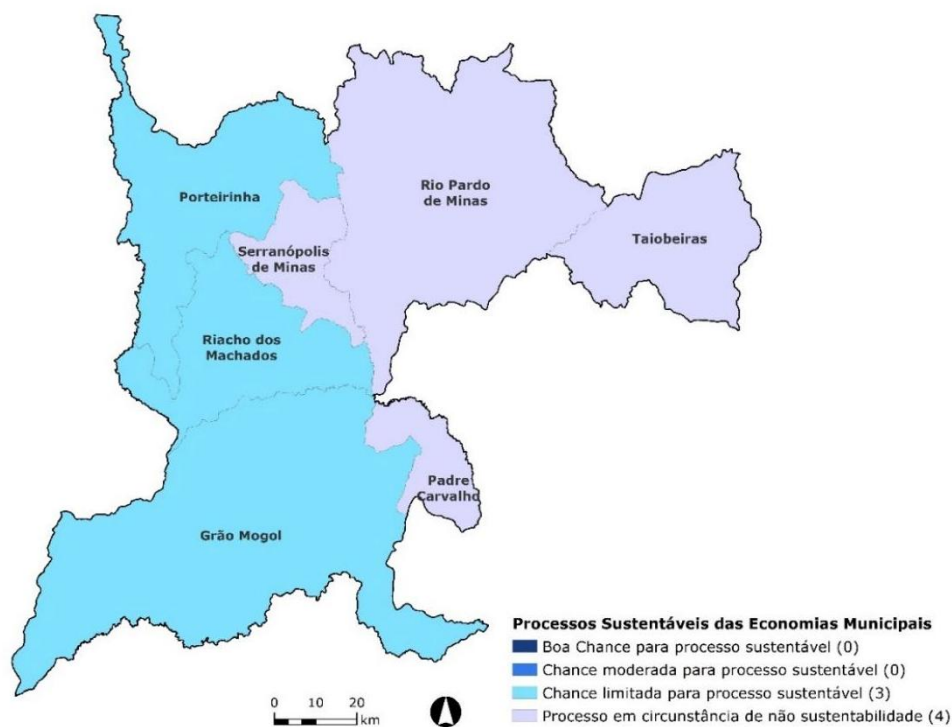


Figura 5-17 – Processos Sustentáveis nas Economias do Distrito Ferrífero de Nova Aurora



Conclusivamente, é relevante comparar os processos sustentáveis dos municípios nas AAb com sua dependência econômica da mineração de ferro, identificados como municípios mineradores. Os municípios mineradores têm alta proporção de empregos formais na mineração de ferro e alta participação da CFEM na formação da receita orçamentária.

Os municípios integrantes do Quadrilátero Ferrífero incluem-se em:

- situações de minero-dependência, com a presença de municípios com força econômica, boas condições sociais e capacidade de gestão razoável, no padrão denominado com Boa Chance para Processos Sustentáveis; nesse caso, os municípios melhor classificados incluem-se entre aqueles que passarão pelo processo de fechamento de mina, devido à exaustão das minerações, com potencial de repercussões econômicas e sociais;
- situações de fragilidade econômica dos municípios não participantes da dinâmica minerária, que apresentam indicadores econômicos e sociais nas classes críticas, mais distantes dos padrões de sustentabilidade.

Essa dualidade sinaliza que a condição favorável dos municípios minerários não produz efeitos de transbordamento das oportunidades econômicas para os demais municípios do distrito QF.

Na BLSE, a dependência em relação à mineração de ferro circunscreve-se aos municípios de Conceição do Mato Dentro, Guanhães e Santa Maria do Mato Dentro e a fragilidade econômica e social distribui-se por quase todos os municípios. No DFNA a vulnerabilidade socioeconômica está presente em todos os municípios assim como a Gestão Municipal foi classificada como Crítica.

5.1.2 Análise da Força Cultural

Minas Gerais é o estado com o maior número de bens culturais protegidos e de cidades turísticas reconhecidas pelo Instituto Brasileiro de Turismo (EMBRATUR). Em seu território estão presentes três dos 22 bens listados como Patrimônio Cultural da Humanidade no Brasil pela UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, sendo: a cidade de Ouro Preto; o Santuário de Bom Jesus de Matosinhos, em Congonhas, e o Conjunto Arquitetônico Moderno da Pampulha, em Belo Horizonte (UNESCO, 2022).

Dada a relevância do tema, em 2005 foi criada, pela Resolução PGJ nº 78, de 16-09-2005, a Coordenadoria das Promotorias de Justiça de Defesa do Patrimônio Cultural e Turístico de Minas Gerais – CPPC com o intuito de proteger os bens materiais e imateriais portadores de valor cultural e turístico do estado mineiro (BRASIL, 2022).

A riqueza cultural e ambiental do estado se reflete em mais de 900 atrativos turísticos, de acordo com o Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável do Turismo – PEDST 2016, elaborado pela Fundação João Pinheiro, a maioria classificados no segmento cultural/histórico/artístico. A **Figura 5-18** apresenta os principais segmentos turísticos reconhecidos no estado.

Figura 5-18 – Principais Segmentos Turísticos de Minas Gerais**Segmentos Turísticos e Valores de Atrativos***Fonte: FJP (2016).*

Desta forma, a avaliação do patrimônio cultural e do turismo dos municípios das AAb e sua importância em termos de preservação da memória coletiva e da história compartilhada por sua população, frente a eventuais conflitos que a exploração de minério de ferro possa desencadear, é tema fundamental no contexto desta AAE.

5.1.2.1 Força Cultural das AAb

A origem dos núcleos históricos mineiros está conectada à descoberta de lavras de ouro nas Minas Gerais, no fim do século XVII. As mais importantes lavras deram origem às primeiras cidades mineiras, onde a riqueza obtida com o ouro e a religiosidade resultaram na edificação do atual patrimônio. A exploração do minério de ferro só teve início no século XIX, quando as minas de ouro se encontravam em processo de esgotamento e o legado cultural já estava estabelecido (IPHAN, 2022).

Por um lado, a exploração do minério de ferro renovou as economias locais e propiciou o conhecimento e reconhecimento de bens culturais, e por outro, impulsionou o desenvolvimento urbano das cidades minerárias, acarretando transformações expressivas, nem sempre positivas, nas dinâmicas socioeconômicas, culturais e territoriais.

Com esta perspectiva, a identificação e hierarquização do indicador Força Cultural por município no âmbito das três AAb desta AAE, teve como conceito a sustentabilidade cultural, traduzida na capacidade de manter a diversidade de culturas, valores e práticas numa dada região, garantindo sua identidade e perpetuação do legado.

O indicador Força Cultural é expresso pelo somatório de bens tombados, sítios arqueológicos e comunidades tradicionais registrados pelos órgãos responsáveis. Quanto mais registros destes indicadores culturais, maior o reconhecimento e força cultural desses territórios, conforme intervalo demonstrado na **Tabela 5-4**.

Tabela 5-4 – Intervalos de classificação para as escalas de Força Cultural

Escala da Força Cultural
de 50 a 216 elementos de valor histórico e cultural reconhecidos – Alta (3)
de 20 a 49 elementos de valor histórico e cultural reconhecidos – Média (2)
de 0 a 19 elementos de valor histórico e cultural reconhecidos – Baixa (1)

Fonte: Comunidades Tradicionais: IPHAN, Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas (CAA), Departamento de Antropologia e Arqueologia da FAFICH – UFMG / Tô no Mapa (dados recentes). Áreas de Potencial Turístico: Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável do Turismo/Fundação João Pinheiro 2016

Elaboração: Tetra Mais (2023).

A seguir, são apresentados dados relativos à Força Cultural, Potencial Turístico e presença minerária por AAb.

5.1.2.1.1 Quadrilátero Ferrífero (QF)

Os municípios que compõem o Quadrilátero Ferrífero são notoriamente conhecidos por sua pujança cultural. Na área distribuem-se 651 bens materiais tombados e 276 bens imateriais, incluindo celebrações, expressões musicais e saberes, 343 sítios arqueológicos e 22 comunidades tradicionais.

Importante destacar que em todo o estado de Minas Gerais existem seis municípios com Potencial Turístico Internacional, sendo que quatro destes encontram-se no QF: Belo Horizonte, Ouro Preto, Brumadinho e Congonhas, assim classificados no PEDST (2016).

Ouro Preto foi classificado com alto reconhecimento cultural, contando com mais de 70 bens tombados, na maioria bens materiais, e 35 comunidades tradicionais registradas, com o somatório dos bens culturais inferior somente à capital. Na sequência, Brumadinho desponta com seis bens materiais, nove imateriais e mais de 60 comunidades tradicionais registradas. Destaca-se ainda, em Brumadinho, o museu de Inhotim, maior museu a céu aberto do mundo. Sabará e Mariana também apresentam alto reconhecimento cultural; ambos apresentam Potencial Turístico Nacional.

A **Tabela 5-5** demonstra o reconhecimento cultural da região em relação aos bens tombados, sítios arqueológicos e comunidades tradicionais.

Tabela 5-5 – Reconhecimento cultural do Quadrilátero Ferrífero.

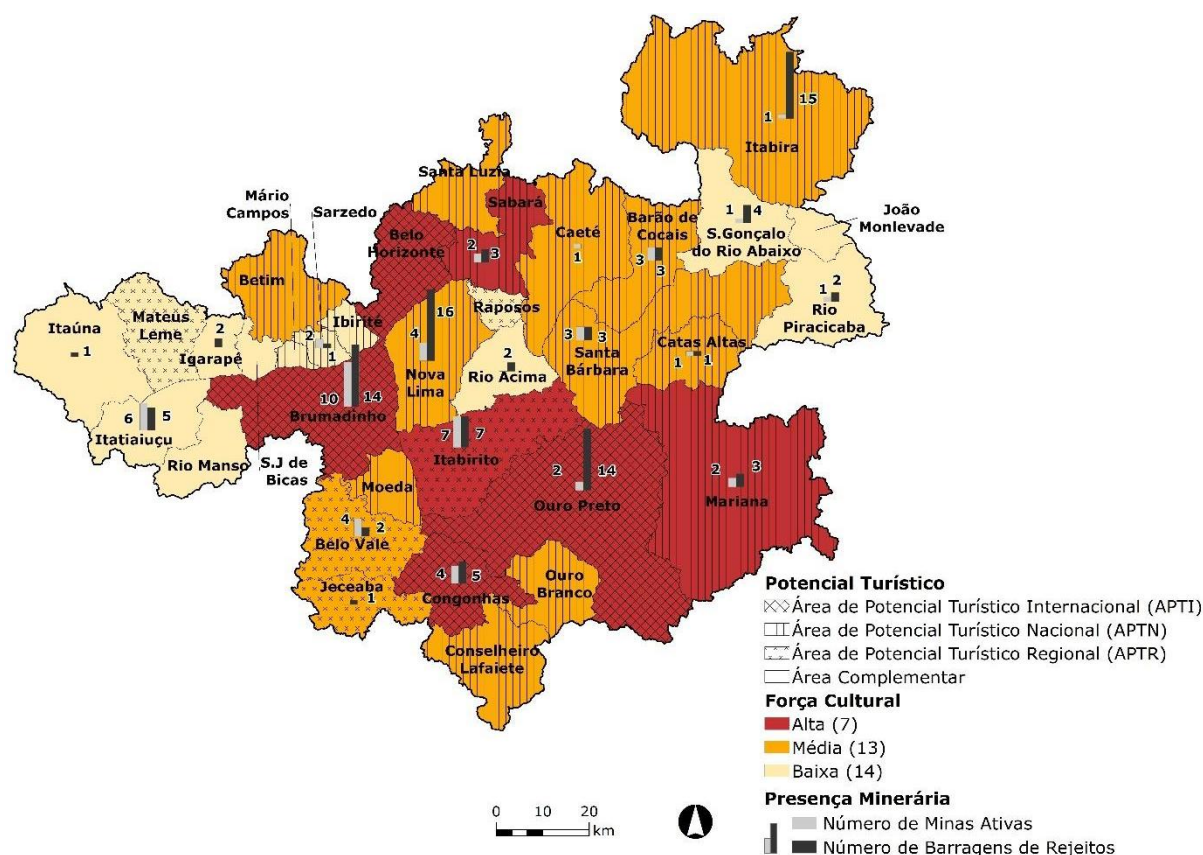
Quadrilátero Ferrífero		
Força Cultural		Total
Bens Tombados	Bens Materiais	651
	Bens Imateriais	276
	Total de Bens Tomados	927
Sítios Arqueológicos 2022	Sítios Arqueológicos	343
Comunidades Tradicionais	Comunidades Tradicionais	22

Fonte: IPHAN, Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas (CAA), Departamento de Antropologia e Arqueologia da FAFICH – UFMG / Tô no Mapa (dados recentes).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Em relação à presença minerária, dos 34 municípios do QF, 20 contam com a presença de minas ativas e/ou barragens de rejeito (ANM, 2021), e sete destacam-se pela sua Força Cultural, sinalizando potenciais conflitos.

A **Figura 5-19** ilustra a Força Cultural, o Potencial Turístico e a presença minerária nos municípios do Quadrilátero Ferrífero.

Figura 5-19 – Força Cultural, Potencial Turístico e Presença Minerária - Quadrilátero Ferrífero

Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.2.1.2 Borda Leste da Serra do Espinhaço (BLSE)

Os municípios que compõem a BLSE apresentam força cultural relevante, reunindo 141 bens tombados, sendo 103 bens materiais e 39 bens imateriais (celebrações, expressões musicais e saberes), 65 sítios arqueológicos e 22 comunidades tradicionais. Nesta Área de Abrangência foi citada, por meio das entrevistas qualitativas do Plano de Participação e Engajamento Social, a importância do turismo rural, tal como os atrativos gastronômicos derivados do leite, além do setor minerário.

Os municípios de Conceição do Mato Dentro e Serro destacam-se com indicador de reconhecimento cultural alto e potencial turístico nacional.

A **Tabela 5-6** demonstra o reconhecimento cultural da região em relação aos bens tombados, sítios arqueológicos e comunidades tradicionais.

Tabela 5-6 – Reconhecimento cultural da Borda Leste da Serra do Espinhaço.

Borda Leste da Serra do Espinhaço		
	Força Cultural	Total
Bens Tombados	Bens Materiais	103
	Bens Imateriais	39
	Total de Bens Tomados	141
Sítios Arqueológicos 2022	Sítios Arqueológicos	65
Comunidades Tradicionais	Comunidades Tradicionais	22

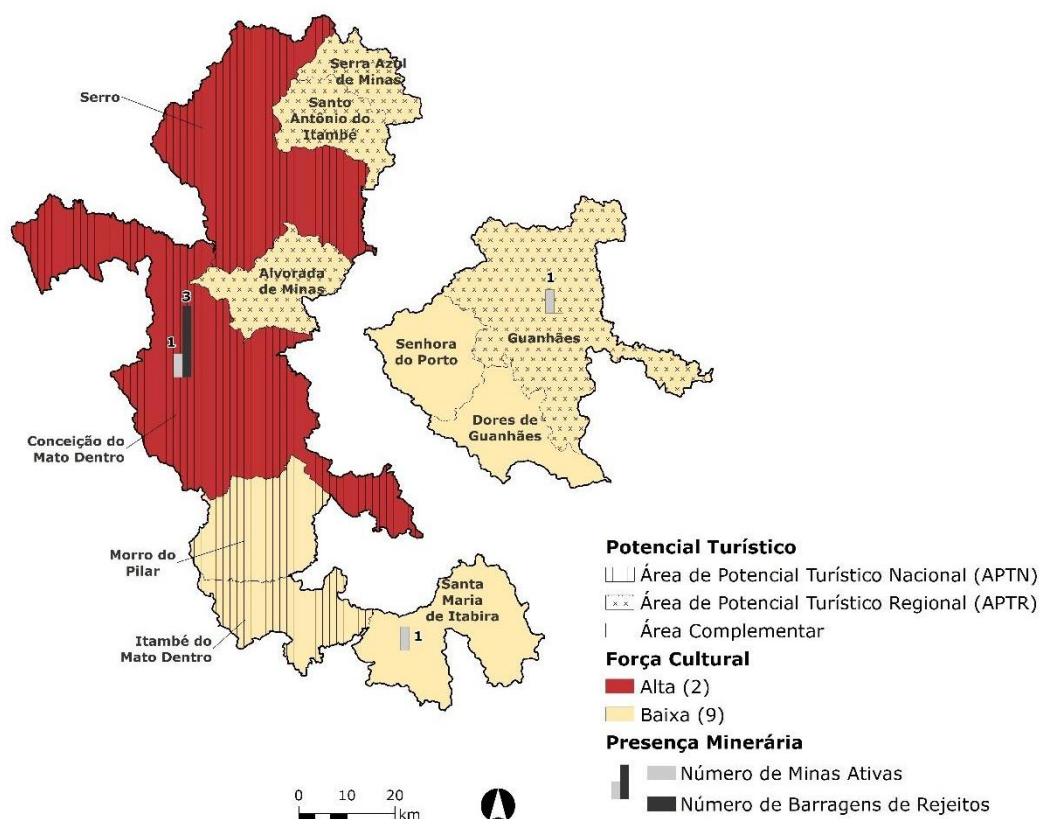
Fonte: IPHAN, Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas (CAA), Departamento de Antropologia e Arqueologia da FAFICH – UFMG / Tô no Mapa (dados recentes).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Em relação à presença minerária, dos 11 municípios da BLSE, somente três têm minas ativas em seus territórios: Conceição do Mato Dentro, Guanhães e Santa Maria de Itabira. Dos três municípios, apenas Conceição do Mato Dentro tem barragens de rejeito.

A **Figura 5-20** ilustra a Força Cultural, o Potencial Turístico e a presença minerária nos municípios da Borda Leste da Serra do Espinhaço.

Figura 5-20 – Força Cultural, Potencial Turístico e Presença Minerária – Borda Leste da Serra do Espinhaço.



Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.2.1.3 Distrito Ferrífero de Nova Aurora (DFNA)

O conjunto dos municípios que compõem o Distrito Ferrífero de Nova Aurora apresenta 95 bens tombados, sendo 57 bens materiais e 38 bens imateriais (celebrações, expressões musicais e saberes), 30 sítios arqueológicos e cinco comunidades tradicionais registradas.

Somente o município de Grão Mogol apresentou alto reconhecimento cultural, com 40 bens tombados e 26 sítios arqueológicos, porém sua condição cultural foi classificada como Regular e seu potencial turístico foi incluído no PEDST (2016) como de nível Regional.

Na análise da Força Cultural nesta região, deve ser destacada a presença das comunidades geraizeiras, cujo modo de vida é fortemente vinculado ao cerrado. Os geraizeiros foram reconhecidos como Comunidade Tradicional a partir da publicação da Lei Estadual 21.147/2014, que instituiu a política estadual para o desenvolvimento sustentável dos povos e comunidades tradicionais de Minas Gerais, sendo apoiados ainda, pela Comissão Estadual para o Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais de Minas Gerais (CEPCT-MG).

Na **Tabela 5-7** demonstra-se o reconhecimento cultural da região em relação aos bens tombados, sítios arqueológicos e comunidades tradicionais.

Tabela 5-7 – Reconhecimento cultural do Distrito Ferrífero de Nova Aurora

Quadrilátero Ferrífero		
Força Cultural		Total
Bens Tombados	Bens Materiais	57
	Bens Imateriais	38
	Total de Bens Tomados	95
Sítios Arqueológicos 2022	Sítios Arqueológicos	30
Comunidades Tradicionais	Comunidades Tradicionais	05

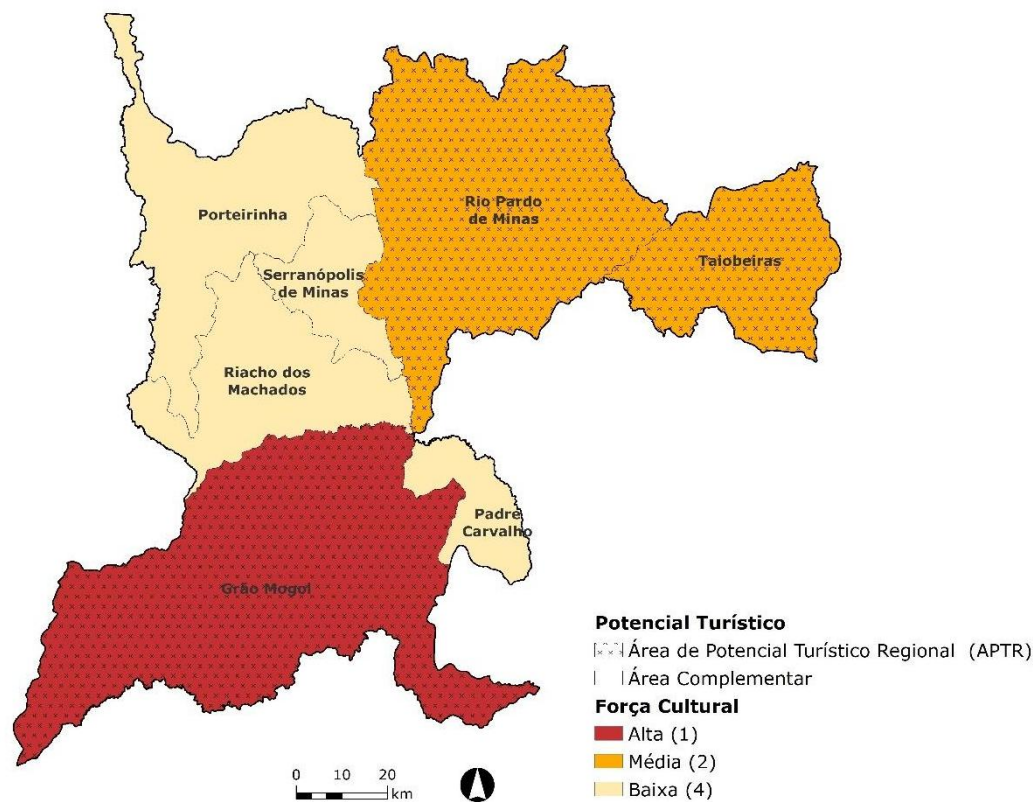
Fonte: IPHAN, Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas (CAA), Departamento de Antropologia e Arqueologia da FAFICH – UFMG / Tô no Mapa (dados recentes).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

No Distrito Ferrífero de Nova Aurora não existem minas ativas, portanto, a análise do potencial de conflito em relação à cultura e turismo não se aplica a seus municípios na situação atual.

A **Figura 5-21** ilustra a Força Cultural e o Potencial Turístico nos municípios do Distrito Ferrífero de Nova Aurora.

Figura 5-21 – Força Cultural e Potencial Turístico – Distrito Ferrífero de Nova Aurora



Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.2.2 Potencial Conflito do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária.

Os procedimentos técnicos e operacionais adotados permitiram a construção do indicador denominado Potencial Conflito do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária.

Entende-se, nesses termos, Potencial Conflito como situações específicas em que minas ativas e barragens de rejeito convivem no território de um dado município com comunidades tradicionais e bens tombados, dentre outros componentes que qualificam o reconhecimento cultural. Ocorreria assim, chance de se desencadear situações em que não há alinhamento de posições e nem consenso entre os grupos envolvidos, emergindo assim situação de potencial conflito. Esse indicador consiste na relação entre a Força Cultural e o Potencial Turístico com a presença da atividade minerária. Admite-se que os municípios com Força Cultural expressiva e com atividades turísticas apresentam um potencial de conflito maior ou menor, a depender do número de minas ativas e de barragens relativas à mineração de ferro. Quando não há minas ativas e barragens de rejeito esta classificação não se aplica.

Desta forma, o Potencial Conflito na Cultura e no Turismo será igual ao somatório dos índices estabelecidos para Força Cultural, Potencial Turístico e Presença Minerária (número de minas ativas e número de barragens de rejeito), conforme detalhado na **Tabela 5-8**.

Tabela 5-8 – Demonstração da metodologia do Indicador Potencial Conflito do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária.

Indicador Potencial Conflito do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária.	Intervalo de Classificação do Indicador
$\Sigma = C + T + M$	≥ 7 pontos – Potencial de Conflito Alto
C = Força Cultural	De 3 a 6 pontos – Potencial de Conflito Médio
T = Potencial Turístico	
M = Presença Minerária (número de minas ativas e número de barragens de rejeito)	Até 2 pontos – Potencial de Conflito Baixo

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Na composição do indicador, também foi considerada a presença minerária a partir dos índices resultantes do número de minas ativas e número de barragens de rejeitos (ANM, 2021) nos municípios do Quadrilátero Ferrífero e da Borda Leste da Serra do Espinhaço. Para esse índice, os intervalos propostos estão indicados na **Tabela 5-9**.

Tabela 5-9 – Intervalos de classificação para os índices resultantes do número de minas ativas e número de barragens de rejeitos registrados.

Intervalos de Classificação dos Índices	
Índice de Minas Ativas	Índice de Barragens de Rejeito
≥ 7 minas ativas – Alto (3)	≥ 7 barragens – Alto (3)
De 3 a 6 minas ativas – Médio (2)	De 3 a 6 barragens – Médio (2)
Até 2 minas ativas – Baixo (1)	Até 2 barragens – Baixo (1)

*Fonte: ANM (2021)**Elaboração: Tetra Mais (2023).*

A Força Cultural, expressa pelo somatório de bens tombados, sítios arqueológicos e comunidades tradicionais registrados pelos órgãos responsáveis, compõe um índice do Indicador Potencial Conflito do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária. Quanto mais registros destes indicadores culturais, maior o reconhecimento cultural, conforme intervalo demonstrado na **Tabela 5-9**.

O Potencial Turístico foi considerado a partir da Categorização da Área Turística para o Planejamento (ATP) em Minas Gerais, definida no Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável do Turismo de Minas Gerais – PEDST (2016), que abrange quatro níveis: Área de Potencial Turístico Internacional (APTI); Área de Potencial Turístico Nacional (APTN); Área

de Potencial Turístico Regional (APTR) e Área Complementar (AC). O intervalo de classificação para a escala do Potencial Turístico está descrito na **Tabela 5-10**.

Tabela 5-10 – Intervalos de classificação para as escalas de Força Cultural e Potencial Turístico que compõem o Indicador Potencial Conflito do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária.

Intervalos de Classificação dos Índices	
Escala da Força Cultural	Escala do Potencial Turístico
de 50 a 216 elementos de valor histórico e cultural reconhecidos – Alta (3)	Área de Potencial Turístico Internacional (APTI) – Alto (3)
de 20 a 49 elementos de valor histórico e cultural reconhecidos – Média (2)	Área de Potencial Turístico Nacional (APTN) – Médio (2)
de 0 a 19 elementos de valor histórico e cultural reconhecidos – Baixa (1)	Área de Potencial Turístico Regional (APTR) – Baixo (1)
-	Área Complementar (AC) – 0

Fonte: Comunidades Tradicionais: IPHAN, Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas (CAA), Departamento de Antropologia e Arqueologia da FAFICH – UFMG / Tô no Mapa (dados recentes). Áreas de Potencial Turístico: Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável do Turismo/Fundação João Pinheiro (2016).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Importante ressaltar que a área de abrangência do planejamento turístico do Estado considera os municípios turísticos de Minas Gerais, que possuem circuitos turísticos definidos ou não, e que tenham potencial para contribuir para o desenvolvimento da atividade turística. Os municípios foram também categorizados seguindo critérios específicos que consideram situações relacionadas à infraestrutura, legislação de base – Plano Diretor e legislação complementar, oferta de meios de hospedagem e outros serviços turísticos.

Na categorização utilizada foram considerados, portanto, a importância dos atrativos turísticos existentes nos municípios, a infraestrutura disponível e os benefícios que podem gerar para o desenvolvimento da atividade no Estado. Os municípios que não apresentaram meios de hospedagem listados em fontes oficiais ou atrativos de relevância regional, nacional ou internacional e que são considerados como passíveis de desenvolver oferta de apoio ao Turismo, foram classificados como Área Complementar (AC).

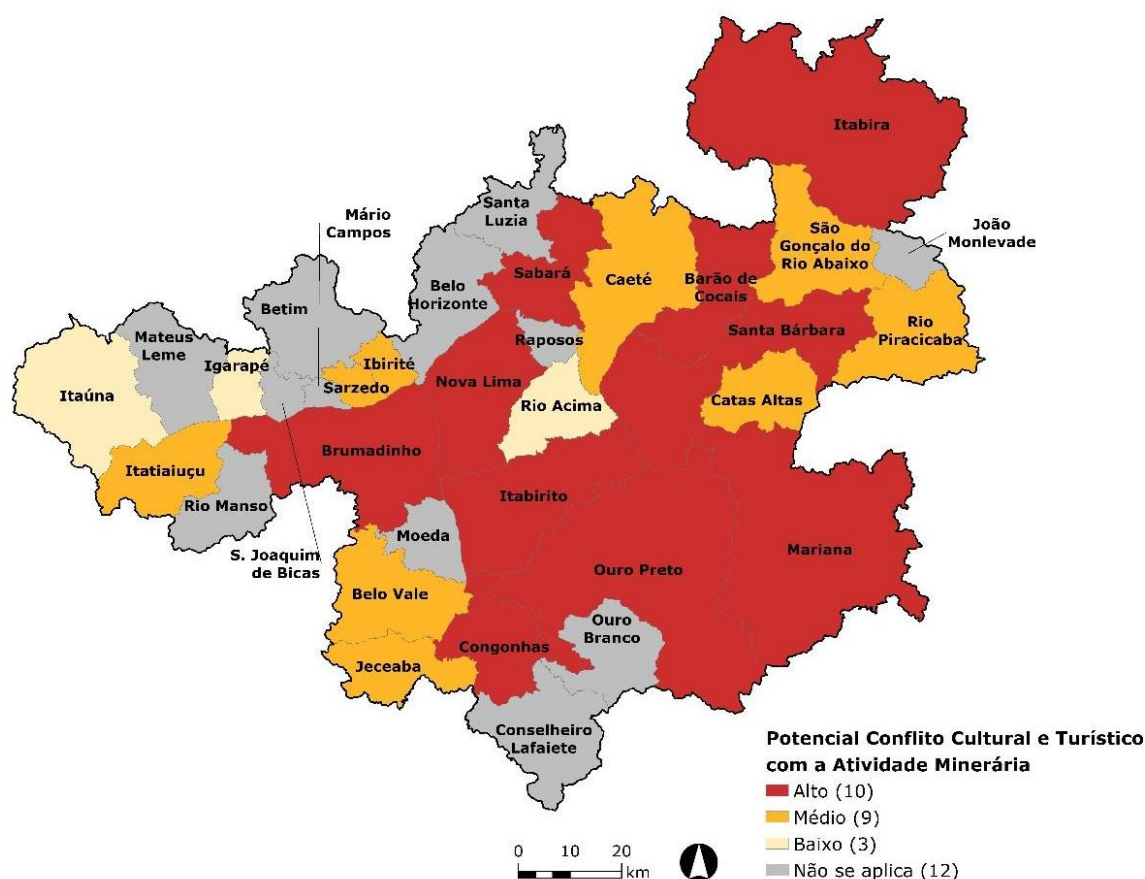
Analisando-se a atividade minerária por seu potencial conflito (maior ou menor, a depender do número de minas ativas e de barragens de rejeito) e o comprometimento do valor histórico, cultural e turístico para as três áreas de abrangência, destacam-se os seguintes pontos:

5.1.2.2.1 Quadrilátero Ferrífero (QF)

O Quadrilátero Ferrífero, notoriamente conhecido pela riqueza histórico-cultural, apresenta também o maior número de minas ativas e de barragens de rejeito identificadas pela Agência Nacional de Mineração (2021) em comparação às outras Áreas de Abrangência. Concentra, desta forma, o maior número de municípios (10) com Potencial de Conflito Alto do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária (**Figura 5-22**).

As maiores pontuações para o Potencial Conflito correspondem, portanto, a municípios com um número significativo de minas ativas de minério de ferro e de barragens combinado com maior pontuação da Força Cultural (bens tombados, sítios arqueológicos e comunidades tradicionais oficialmente reconhecidos) e do Potencial Turístico.

Figura 5-22 – Potencial Conflito do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária - Quadrilátero Ferrífero



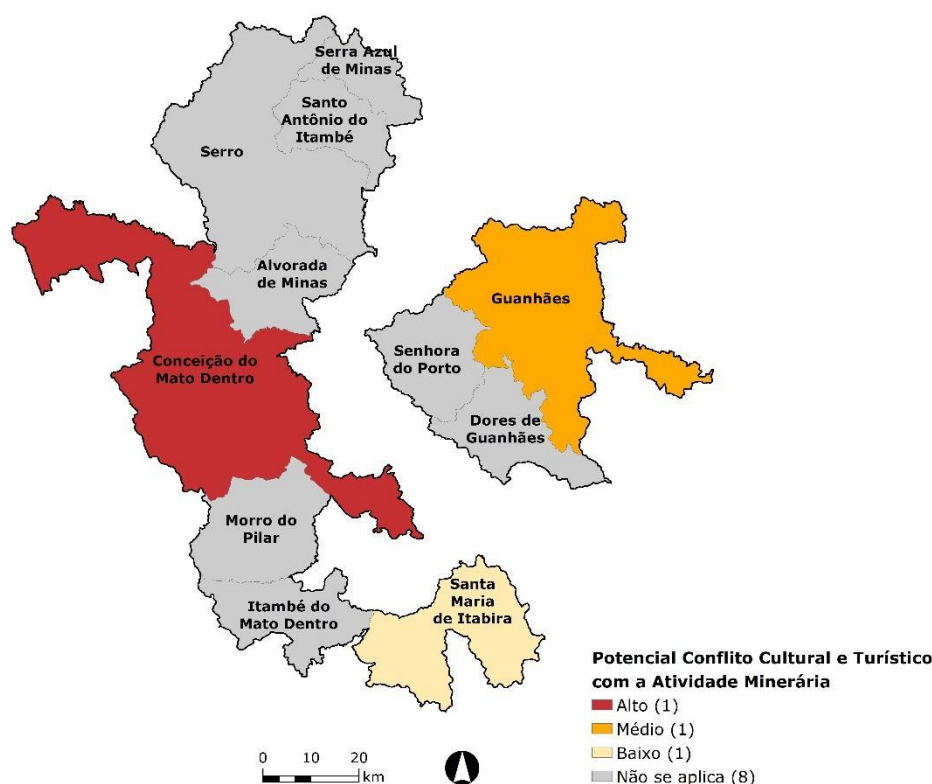
Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.2.2.2 Borda Leste da Serra do Espinhaço (BLSE)

No distrito ferrífero Borda Leste da Serra do Espinhaço há três barragens de rejeito associadas à mineração de ferro cadastradas na ANM (2022), todas localizadas no município de Conceição do Mato Dentro. Também são reportadas três minas ativas, distribuídas nos municípios de Conceição do Mato Dentro, Guanhães e Santa Maria de Itabira (ANM, 2022).

Conceição do Mato Dentro e Serro se destacam entre os municípios desta Área de Abrangência, pela Força Cultural Alta e Potencial Turístico Nacional. Essas especificidades, somadas à presença minerária em Conceição do Mato Dentro, resultaram em um Potencial de Conflito Alto neste município (**Figura 5-23**).

Figura 5-23 – Potencial Conflito do Patrimônio Cultural, Paisagístico e Turístico com a atividade minerária – Borda Leste da Serra do Espinhaço



5.1.2.2.3 Distrito Ferrífero de Nova Aurora (DFNA)

Não existem minas ativas no Distrito Ferrífero de Nova Aurora, portanto, a análise do Potencial de Conflito na Cultura e Turismo não se aplica a seus municípios, na situação atual.

5.1.3 Análise dos Recursos Hídricos

A caracterização do sistema hídrico nos territórios de interesse da AAE considerou o enfoque nas bacias e sub-bacias hidrográficas, nas unidades aquíferas, suas respectivas AAb, os principais usos da água e o balanço hídrico, de modo a identificar áreas com maior vulnerabilidade hídrica.

De uma forma geral, um empreendimento de mineração de ferro pode ocasionar diversas interferências nos mananciais superficiais e subterrâneos, cada uma com diferentes efeitos, que podem ser positivos ou negativos. Além disso, essas interferências podem ter o caráter temporário ou permanente, em função do local ou da característica do empreendimento ou do meio físico associado à sua localização

Com base em estudos e dados secundários, disponibilizados por órgão ambientais e organizações privadas, como é o caso de publicações da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), foi possível realizar a contextualização dos recursos hídricos, por AAb, em termos qualitativos e quantitativos, com o intuito de auxiliar na indicação das diretrizes e recomendações específicas para o setor de exploração do minério de ferro.

A caracterização dos recursos hídricos superficiais se pautou nas bacias e sub-bacias que integram as três AAb definidas para a AAE: QF, BLSE e DFNA. As sub-bacias foram identificadas conforme suas Circunscrições Hidrográficas, de acordo com a Deliberação Normativa CERH-MG nº 66/2020.

5.1.3.1 Caracterização Geral dos Recursos Hídricos nas AAb

5.1.3.1.1 Quadrilátero Ferrífero (QF)

No QF encontra-se a bacia hidrográfica do rio São Francisco e suas sub-bacias dos rios Paraopeba, das Velhas e Pará, além da bacia hidrográfica do rio Doce, onde estão inseridas as sub-bacias dos rios Piranga, Piracicaba e Santo Antônio (**Figura 5-24**). Nesse território está inserida a RMBH (Região Metropolitana de Belo Horizonte), área de maior adensamento populacional e de pressões antrópicas quantitativas e qualitativas sobre os recursos hídricos.

Figura 5-24 – Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do QF


Fonte: IGAM (2022),

Elaboração: Tetra Mais (2023).

No contexto hidrogeológico, destacam-se os aquíferos em formações ferríferas da Formação Cauê (Aquífero Cauê) e o aquífero Carbonático da Formação Gandarela (Aquífero Gandarela), de contato gradacional com a Formação Cauê, que apresentam as maiores capacidades de armazenamento e alto potencial de exploração de águas subterrâneas, podendo proporcionar, localmente, captações por poços tubulares profundos e mananciais com grandes vazões, superiores a 100 m³/h, e alcançar produções da ordem de 200-300 m³/h (**Figura 5-25**). Cabe ressaltar que, em função da implantação de minerações ao longo de décadas de exploração, existe uma grande quantidade de estudos hidrogeológicos, principalmente relacionados à Formação Cauê (Aquífero Cauê), hospedeira das mineralizações de ferro e principal reservatório de água subterrânea do QF.

Figura 5-25 – Unidades Hidrogeológicas do QF



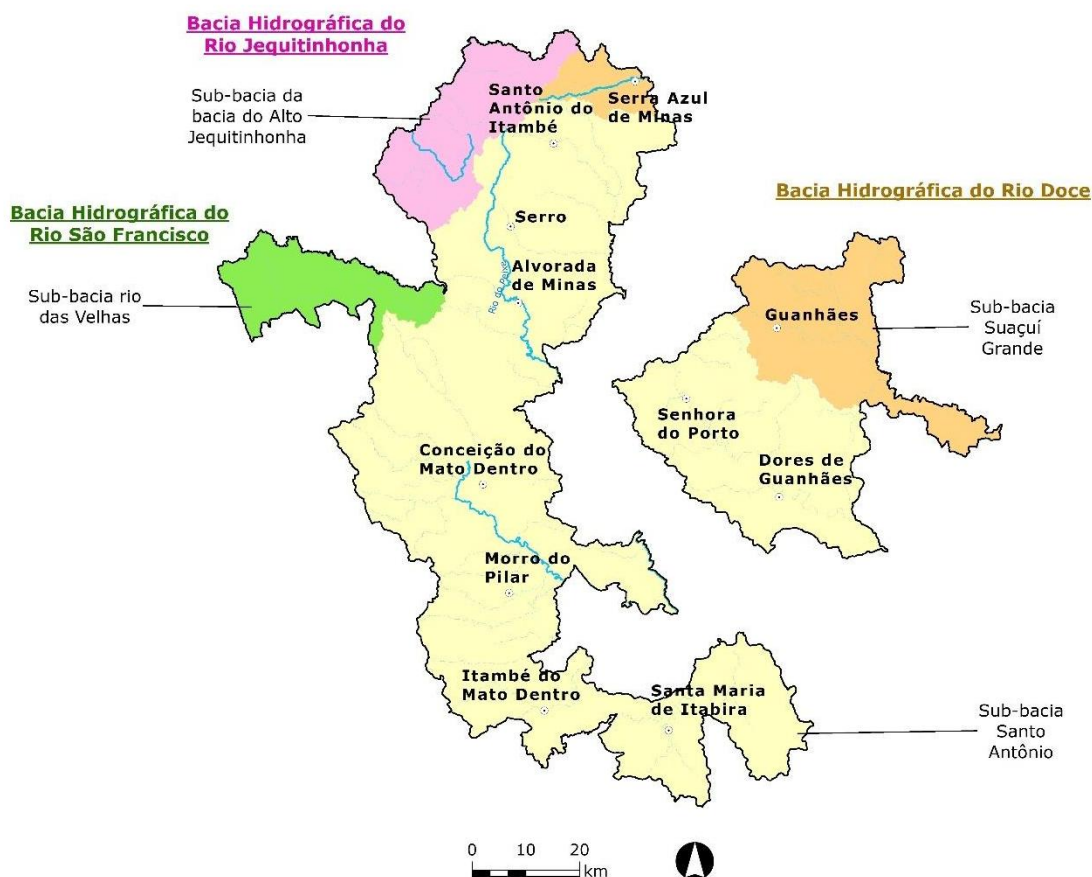
Fonte: CPRM (2014).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.3.1.2 Borda Leste da Serra do Espinhaço (BLSE)

A BLSE está inserida, quase que em sua completude, na bacia do rio Doce, sendo a sub-bacia do rio Santo Antônio a de maior relevância espacial (**Figura 5-26**). Além disso, está parcialmente inserida na bacia do rio São Francisco, na sub-bacia do rio das Velhas e na bacia do rio Jequitinhonha, na sub-bacia do Alto Jequitinhonha. Na sub-bacia do rio Santo Antônio, em termos de uso e ocupação do solo, os usos urbanos são pouco expressivos, em termos de área relativa. Apesar do grande percentual de cobertura natural, o uso do solo na agropecuária e atividades industriais exercem pressão sobre a qualidade da água. Na AAb em pauta, em termos populacionais, destaca-se o município de Conceição do Mato Dentro.

Figura 5-26 – Bacias, Sub-bacias Hidrográficas da BLSE

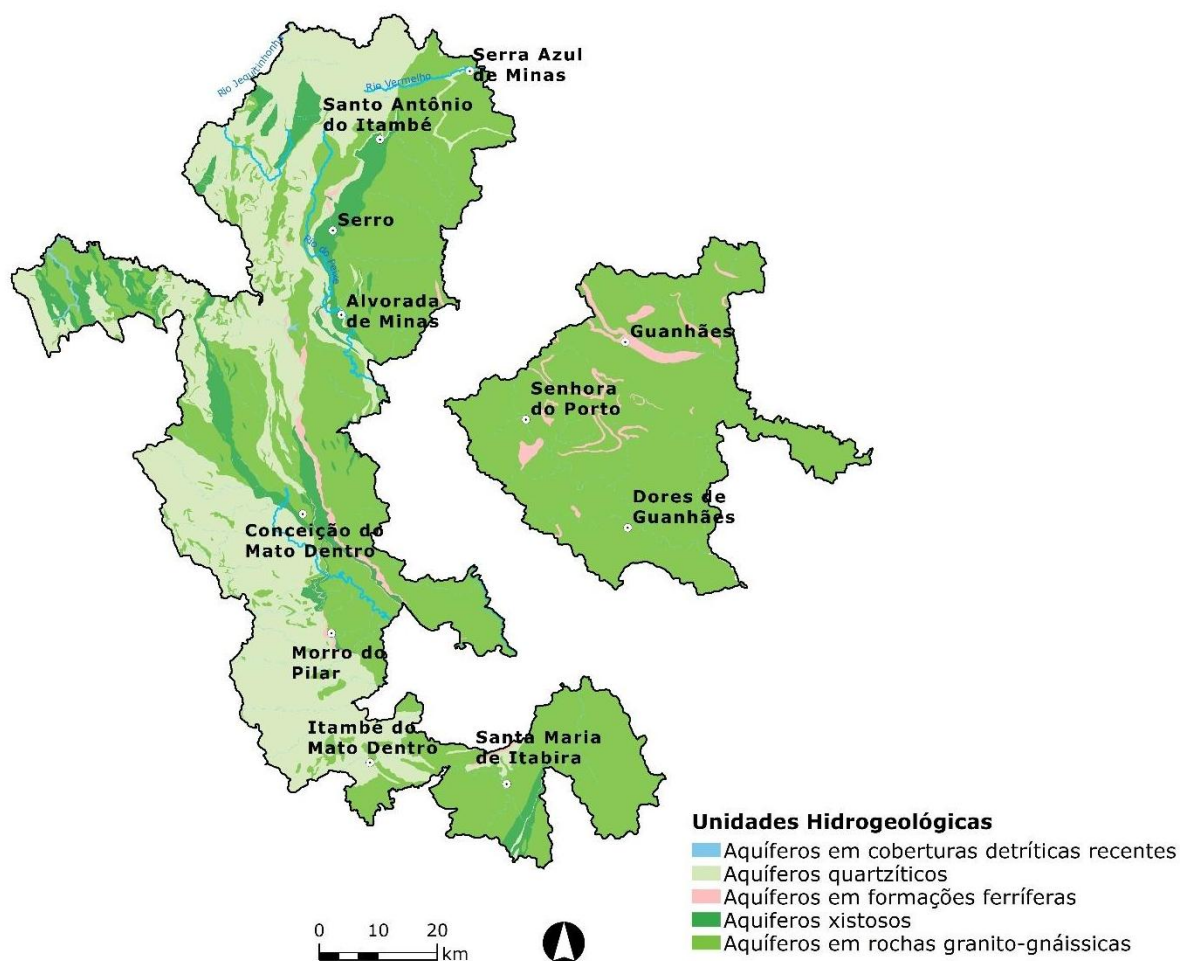


Fonte: IGAM (2022),

Elaboração: Tetra Mais (2023).

No contexto hidrogeológico, a maior parte dessa área de abrangência situa-se no domínio de um sistema aquífero fissural, representado por três tipos aquíferos, tais sejam: granito-gnáissicos, xistosos e quartzíticos (incluindo as formações ferríferas), e caracterizado por uma permeabilidade secundária, fissural, decorrente de descontinuidades de fraturas, falhas e xistosidade. O sistema aquífero fissural apresenta, em geral, baixo potencial hidrogeológico, sem, no entanto, diminuir sua importância como alternativa de abastecimento de pequenas comunidades (**Figura 5-27**).

Figura 5-27 – Unidades Hidrogeológicas da BLSE

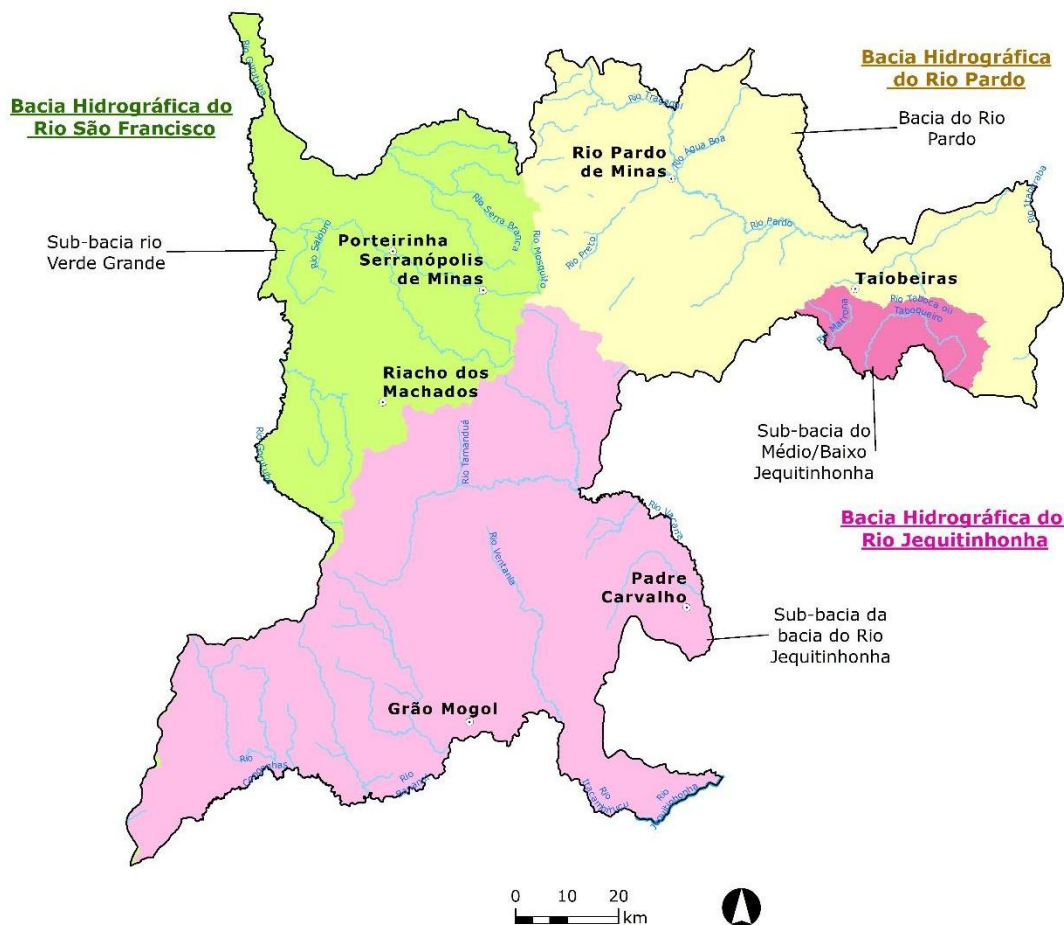


Fonte: CPRM (2014).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.3.1.3 Distrito Ferrífero de Nova Aurora (DFNA)

O DFNA se estende pelas bacias do rio Jequitinhonha, em suas sub-bacias do Alto Jequitinhonha e Médio/Baixo Jequitinhonha; do rio São Francisco, em sua sub-bacia do rio Verde Grande; e do rio Pardo, em sua sub-bacia do rio Mosquito e demais afluentes do rio Pardo (**Figura 5-28**).

Figura 5-28 – Bacias, Sub-bacias Hidrográficas do DFNA

Fonte: IGAM (2022),

Elaboração: Tetra Mais (2023).

No contexto hidrogeológico, na região do DFNA predominam domínios hidrogeológicos fraturados, de baixa produtividade aquífera, localmente moderada, resultando em poços com vazões inferiores a 25 m³/h, que garantem fornecimento de água para suprir abastecimentos locais ou consumos privados. Tal situação, pode representar uma fragilidade no desenvolvimento de projetos minerários de ferro na região, que demandam quantidades apreciáveis de água para o beneficiamento do minério. Não se tem informações de detalhe sobre a hidrogeologia dos depósitos ferríferos da Formação Nova Aurora (Grupo Macaúbas), entretanto, em função da natureza dos litotipos associados, também são esperadas potencialidades aquíferas baixas, diferente das formações ferríferas do QF e da BLSE (Figura 5-29).

Figura 5-29 – Unidades Hidrogeológicas do DFNA



Fonte: CPRM (2014).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.3.2 Análise do Balanço Hídrico das Bacias/Sub-bacias das AAB

Para o bom entendimento do contexto dos recursos hídricos superficiais das AAb dessa AAE, é fundamental considerar a situação relacionada aos usos e o balanço hídrico superficial. O balanço hídrico de uma bacia hidrográfica é o principal indicador para identificação de sua condição em termos de comprometimento hídrico e verificação de potenciais conflitos.

Para as análises de balanço hídrico superficial, foi utilizado o conceito de comprometimento hídrico, em que é estimado o percentual comprometido da disponibilidade existente na bacia hidrográfica, por meio do Índice de Comprometimento Hídrico (I_{CH}), obtido pela relação direta entre as demandas existentes e a disponibilidade hídrica.

$$I_{CH} = \frac{\text{Demandas pelo uso da água}}{\text{Disponibilidade hídrica superficial}}$$

A partir da análise dos critérios em termos de vazões de referência e de percentuais adotados usualmente, bem como da experiência técnica utilizada em avaliações semelhantes, foram definidos diferentes percentuais relacionados aos níveis de comprometimento que refletem boas condições hídricas, níveis de preocupação ou altos índices de criticidade (**Tabela 5-11**).

Tabela 5-11 – Índices Utilizados para a Análise de Balanço Hídrico

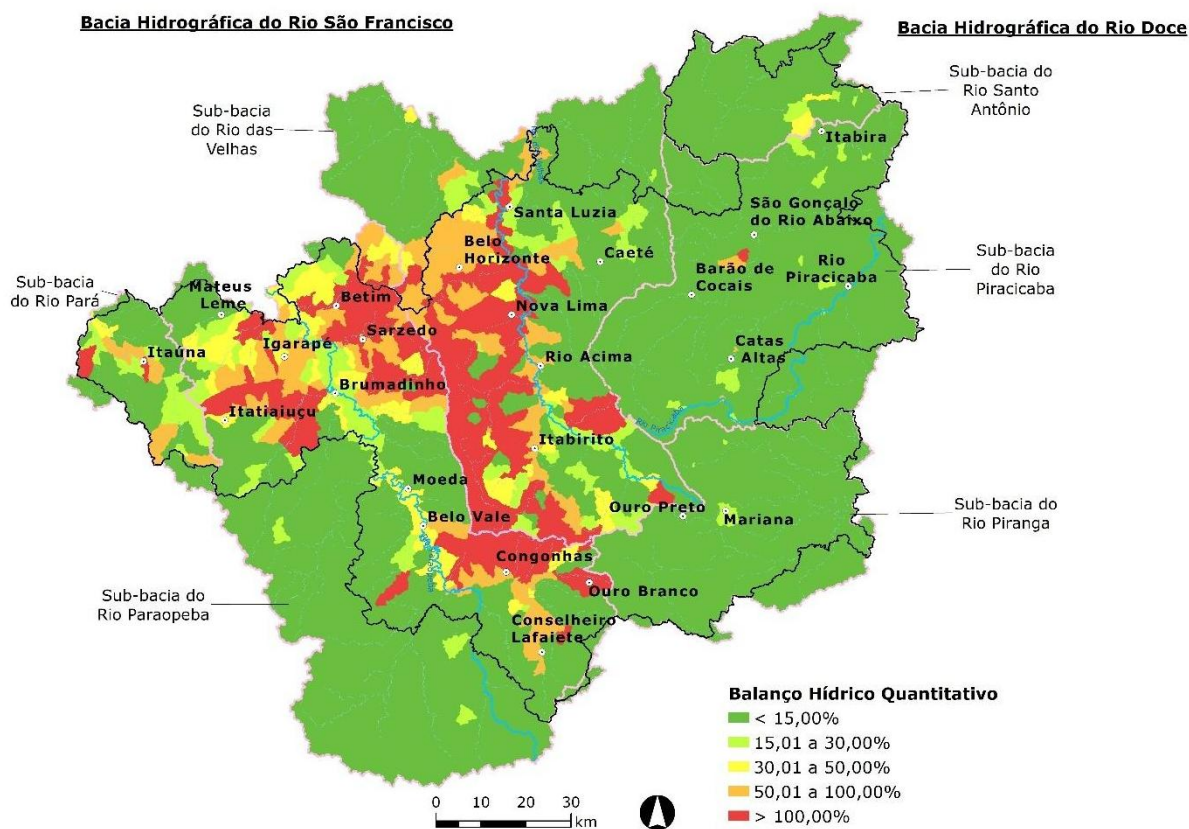
I_{CH}	Condição da bacia e ações de gestão indicadas
< 15%	Boa Condição de Disponibilidade, pouca atividade de gerenciamento é necessária e a água é considerada um bem livre, que pode ser captada por qualquer empreendimento sem maiores consequências.
15,01 a 30%	Situação Potencialmente Preocupante, devendo ser desenvolvidas ações de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento.
30,01 a 50%	Situação Preocupante; a atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios.
50,01% a 100%	Situação Crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos.
> 100%	Situação Muito Crítica, em que atividades de gerenciamento e de investimentos e realocação de demandas são necessárias de forma urgente.

Elaboração: Tetra Mais (2022).

5.1.3.2.1 Quadrilátero Ferrífero (QF)

A análise das informações da AAb do QF considera duas bacias hidrográficas principais: bacia do rio Doce e do rio São Francisco, e seis sub-bacias. Tratando do balanço hídrico, pode ser dado o destaque para a existência de áreas em situação Preocupante a Crítica, sobretudo nas bacias dos rios das Velhas e Paraopeba. Vale lembrar, entretanto, que tal criticidade não é devida apenas ao uso intensivo da água para mineração, uma vez que são também identificados percentuais importantes de usos para abastecimento público urbano e consumo industrial, considerando que tais sub-bacias abrangem áreas da RMBH (**Figura 5-30**).

Figura 5-30 – Balanço Hídrico Quantitativo das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas no QF

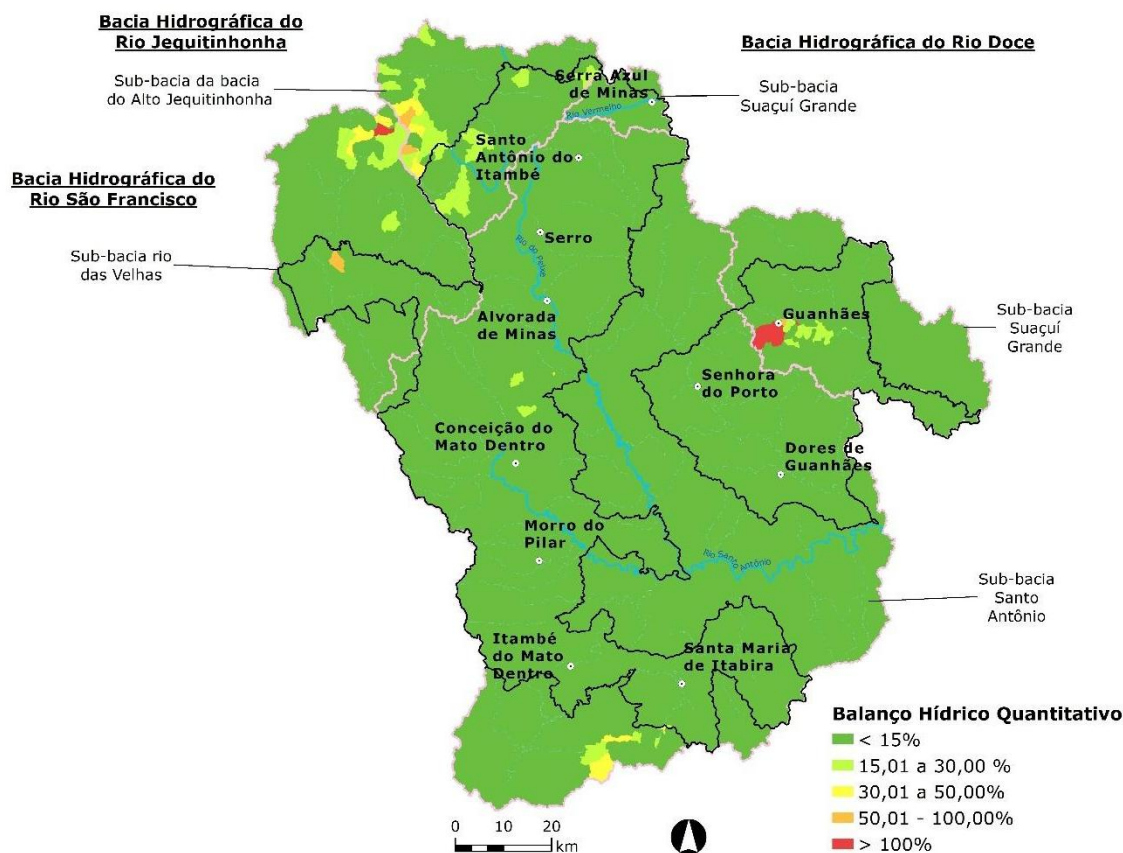


Fonte: ANA (2020).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.3.2.2 Borda Leste da Serra do Espinhaço (BLSE)

A BLSE está inserida parcialmente nas bacias hidrográficas principais: bacia do rio Doce, do rio São Francisco e do rio Jequitinhonha, e quatro sub-bacias. Verifica-se condição diferenciada em termos de comprometimento hídrico para as circunscrições hidrográficas em questão. De forma geral, é possível observar que a maior parte das sub-bacias apresenta baixos índices de comprometimento hídrico, com maior concentração nas bacias dos rios das Velhas e alguns trechos de maior criticidade nas bacias dos rios Santo Antônio, Suaçuí e das Velhas (**Figura 5-31**).

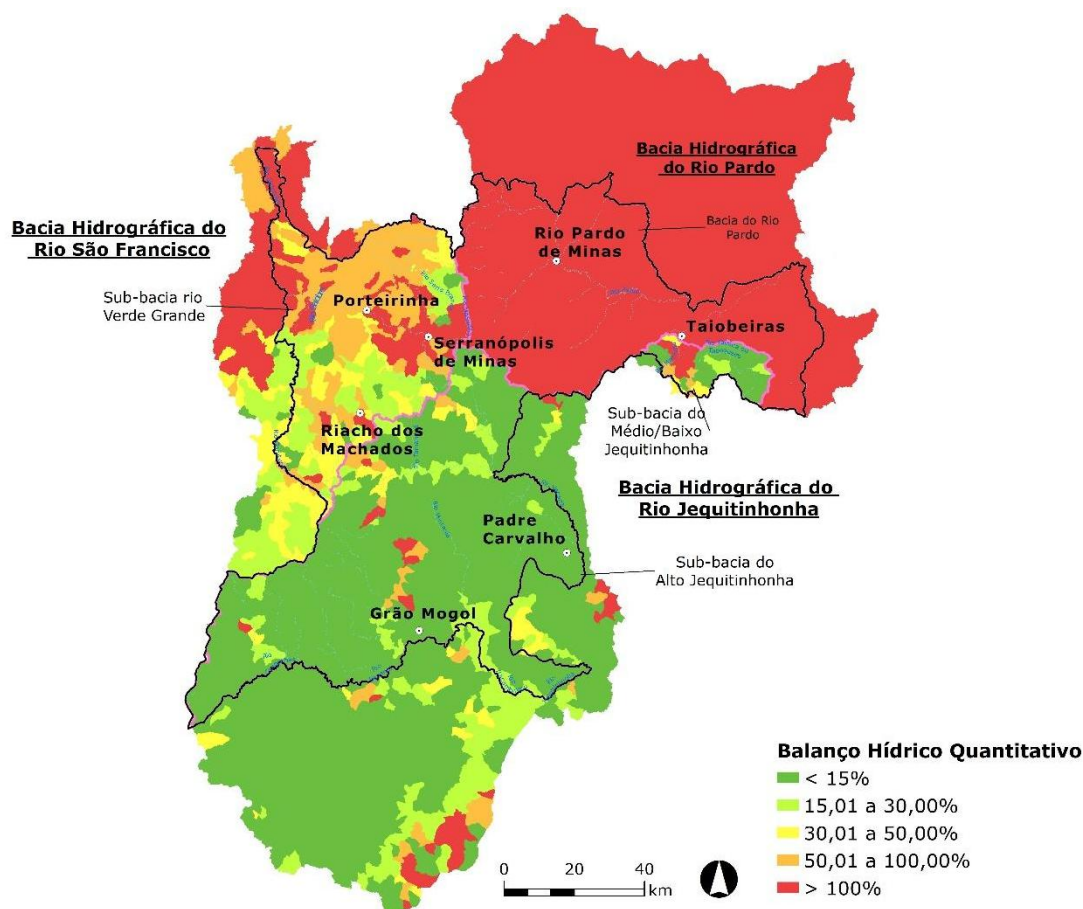
Figura 5-31 – Balanço Hídrico Quantitativo das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas na BLSE

Fonte: ANA (2020).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.3.2.3 Distrito Ferrífero de Nova Aurora (DFNA)

Na avaliação do balanço hídrico na região do DFNA considerou-se as bacias hidrográficas principais: bacia do rio São Francisco, do rio Jequitinhonha, do rio Pardo e três sub-bacias. No que se refere ao balanço hídrico, observa-se situações de maior criticidade hídrica nas bacias dos rios Verde Grande e Mosquito e demais afluentes do rio Pardo, principalmente devido à baixa oferta hídrica disponível por meio dos cursos de água das bacias em questão (Figura 5-32).

Figura 5-32 – Balanço Hídrico Quantitativo das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do DFNA

Fonte: ANA (2020).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.3.3 Análise dos Usos Múltiplos e Disponibilidade Hídrica Subterrânea das AAb

5.1.3.3.1 Potencialidade hídrica subterrânea e reserva explotável

Para definição da potencialidade hídrica subterrânea (Reserva Reguladora) foram apropriados dados representativos de estudos regionais anteriores referentes a planos diretores de recursos hídricos de bacias hidrográficas e outros estudos de gestão hídrica conduzidos pelos órgãos ambientais em MG, tendo por base as Circunscrições Hidrográficas (CHs), inseridas em cada uma das três AAb.

As reservas explotáveis de água subterrânea foram calculadas para cada uma das áreas de interesse, considerando as áreas de drenagem correspondentes às referidas CHs, com seus respectivos deflúvios subterrâneos específicos e em correspondência com seus coeficientes de sustentabilidade (**Tabela 5-12 a Tabela 5-14**).

Tabela 5-12 – Reservas Explotáveis para o QF

CH	Deflúvio subterrâneo específico (L/s*km²)	Área em relação à AAb (km²)	Reserva Reguladora (Hm³/ano)	Coefficiente de Sustentabilidade	Reserva Explotável (Hm³/ano)
DO1	5,43	1691	289,70	30%	86,91
DO2	6,47	2728	556,98	30%	167,09
DO3	6,46	804	163,74	30%	49,13
SF2	5,42	580	99,14	30%	29,74
SF3	5,19	3715	607,41	30%	182,22
SF5	11,50	3315	1202,47	30%	360,74
Reserva Explotável Total					875,84

Fonte: ANA (2013).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Tabela 5-13 – Reservas Explotáveis para a BLSE

CH	Deflúvio subterrâneo específico (L/s*km²)	Área em relação à AAb (km²)	Reserva Reguladora (Hm³/ano)	Coefficiente de Sustentabilidade	Reserva Explotável (Hm³/ano)
DO3	6,46	5309	1080,83	30%	324,25
DO4	2,24	869	61,26	30%	18,38
JQ1	3,62	553	63,17	15%	9,48
SF5	11,50	400	145,14	30%	43,54
Reserva Explotável Total					395,65

Fonte: ANA (2013) e IGAM/CPRM (2019).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Tabela 5-14 – Reservas Explotáveis para o DFNA

CH	Deflúvio subterrâneo específico (L/s*km²)	Área em relação à AAb (km²)	Reserva Reguladora (Hm³/ano)	Coefficiente de sustentabilidade	Reserva Explotável (Hm³/ano)
JQ1	3,62	5386	614,77	25%	153,69
JQ3	1,45	402	18,34	15%	2,75
PA1	2,41	3613	274,21	25%	68,55
SF10	2,38	2894	217,15	15%	32,57
Reserva Explotável Total					257,57

Fonte: IGAM/CPRM (2019).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

De uma forma geral, ao avaliar as **Tabela 5-12** a **Tabela 5-14**, observa-se que as principais reservas explotáveis são identificadas nas seguintes porções de cada bacia em cada AAb:

- No QF, constata-se que a porção da bacia do rio das Velhas (SF5) apresenta a maior disponibilidade, correspondendo a cerca de 40% do total;
- Na BLSE, a porção correspondente à bacia do rio Santo Antônio (DO3) corresponde a mais de 80% da reserva disponível na região;
- No DFNA, a parte correspondente ao Alto Jequitinhonha (JQ1) tem disponibilidade subterrânea estimada por sua reserva explotável correspondendo a cerca de 60% do total;
- O maior montante de disponibilidade de águas subterrâneas é identificado no QF, seguido pela BLSE e com volumes inferiores estimados no DFNA.

5.1.3.3.2 Avaliação dos volumes explotados frente à disponibilidade hídrica subterrânea (reservas renováveis)

De modo análogo à avaliação aplicada às águas superficiais, foi calculado o Índice de Comprometimento Hídrico Subterrâneo (I_{CHS}) para cada uma das CHs compreendidas pelas AAb. Este índice refere-se ao comprometimento hídrico subterrâneo, por Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, obtido por meio da relação direta entre as demandas (volume captado de água subterrânea) e a disponibilidade hídrica subterrânea (Reserva Explotável). Para essa análise foram considerados índices de acordo com a **Tabela 5-15**.

Tabela 5-15 – Índices Utilizados para Análise do I_{CHS}

I_{CHS}	Condição da CHs e ações de gestão indicadas no quadro atual de avaliação hídrica subterrânea
< 15%	Boa Condição de Disponibilidade; pouca atividade de gerenciamento é necessária e a água é considerada um bem livre, que pode ser captada por qualquer empreendimento sem maiores consequências
15,01 a 30%	Situação Potencialmente Preocupante, devendo ser desenvolvidas ações de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento.
30,01 a 50%	Situação Preocupante; a atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios.
50,01% a 100%	Situação Crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos.
> 100%	Situação Muito Crítica, em que atividades de gerenciamento e de investimentos e realocação de demandas são necessárias de forma urgente.

Elaboração: Tetra Mais (2022).

Da **Tabela 5-16** a **Tabela 5-18**, se apresentam as classificações por bacia hidrográfica relacionadas aos índices de comprometimento hídrico subterrâneo.

Tabela 5-16 – Classificação das Demandas Computadas no QF em relação ao I_{CHS}

CH	Reserva Explotável (Hm³/ano)	Demanda sem captações clandestinas VPO + VCI		Demanda com captações clandestinas VPO + VCI + VCN	
		Hm³/ano	I_{CHS}	Hm³/ano	I_{CHS}
DO1	86,91	3,83	4,4%	5,74	6,6%
DO2	167,09	78,86	47,2%	90,56	54,2%
DO3	49,13	4,51	9,2%	6,76	13,8%
SF2	29,74	7,28	24,5%	10,92	36,7%
SF3	182,22	82,02	45,0%	99,43	54,6%
SF5	360,74	84,18	23,3%	104,79	29,0%
Total	875,84	260,69	29,8%	318,20	36,3%

Nota: VPO – Volume explotado no cadastro de outorga;

VCI – Volume explotado no cadastro usos insignificantes;

VNC – Estimativa do volume captado por usuários não cadastrados;

I_{CHS} – Índice de comprometimento hídrico subterrâneo.

Fonte: IGAM/ECOPLAN-LUME (2010b); e RURALMINAS/SEMAD (1999).

Elaboração: Tetra Mais (2022).

Tabela 5-17 – Classificação das Demandas Computadas na BLSE em relação ao I_{CHS}

CH	Reserva Explotável (Hm³/ano)	Demanda sem captações clandestinas VPO + VCI		Demanda com captações clandestinas VPO + VCI + VCN	
		Hm³/ano	I_{CHS}	Hm³/ano	I_{CHS}
DO3	324,25	6,80	2,1%	8,01	2,5%
DO4	18,38	1,05	5,7%	1,58	8,6%
JQ1	9,48	0,15	1,6%	0,23	2,4%
SF5	43,54	0,02	0,1%	0,04	0,1%
Total	395,65	8,03	2,0%	9,86	2,5%

Nota: VPO – Volume explotado no cadastro de outorga;

VCI – Volume explotado no cadastro usos insignificantes;

VNC – Estimativa do volume captado por usuários não cadastrados;

I_{CHS} – Índice de comprometimento hídrico subterrâneo.

Fonte: IGAM/ECOPLAN-LUME (2010b); e RURALMINAS/SEMAD (1999).

Elaboração: Tetra Mais (2022).

Tabela 5-18 – Classificação das Demandas Computadas no DFNA em relação ao I_{CHS}

CH	Reserva Explotável (Hm³/ano)	Demanda sem captações clandestinas VPO + VCI		Demanda com captações clandestinas VPO + VCI + VCN	
		Hm³/ano	I_{CHS}	Hm³/ano	I_{CHS}
JQ1	153,69	2,55	1,7%	3,83	2,5%
JQ3	2,75	0,20	7,2%	0,30	10,7%
PA1	68,55	1,32	1,9%	1,98	2,9%
SF10	32,57	11,28	34,6%	16,39	50,3%
Total	257,57	15,34	6,0%	22,49	8,7%

Nota: VPO – Volume explotado no cadastro de outorga;

VCI – Volume explotado no cadastro usos insignificantes;

VNC – Estimativa do volume captado por usuários não cadastrados;

I_{CHS} – Índice de comprometimento hídrico subterrâneo.

Fonte: CPRM/IGAM (2019).

Elaboração: Tetra Mais (2022).

A análise dos resultados apresentados nas Tabelas 5-15 a 5-17 permite apresentar algumas considerações:

- No QF são identificados os maiores percentuais de comprometimento de águas subterrâneas em relação à reserva explotável, podendo ser ressaltadas as porções correspondentes às bacias dos rios Paraopeba (DO2) e Paraopeba (SF3) com mais de 50% da oferta comprometida;
- Na BLSE, observa-se situação ainda confortável, em que todas as bacias têm comprometimento inferior a 10% da reserva explotável de águas subterrâneas;
- No DFNA, o destaque é dado para a bacia do rio Verde Grande (SF10), com cerca de 50% do total da reserva explotável comprometida, o que leva a um baixo nível de disponibilidade para novos usos.

5.1.3.3.3 Situação das AAb Frente às Demandas de Uso Para Pesquisa Hidrogeológica e Rebaixamento do Nível D'água

A base de dados de outorgas de água subterrânea agrega os usos Industrial e de Mineração, considerando apenas como “Consumo Industrial”. Ainda assim, os demais usos de água subterrânea relacionados à mineração, reportados como pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água, podem representar uma parcela significativa do volume total captado nas AAb, sobretudo no QF.

Para a presente avaliação, foi utilizada metodologia análoga àquela empregada na avaliação das águas superficiais, com o cálculo do Indicador Relativo ao Uso da Água Subterrânea (I_s) para mineração frente à totalidade de usos.

$$I_s = \frac{\text{Total de demandas pelo uso da água subterrânea para mineração (Hm}^3\text{/ano)}}{\text{Total de demandas pelo uso da água subterrânea (Hm}^3\text{/ano)}}$$

A **Tabela 5-19** apresenta os resultados da classificação por bacia hidrográfica, referente aos usos das águas subterrâneas para mineração, frente ao total de usos de águas subterrâneas.

Tabela 5-19 – Resultado da Hierarquização por AAb para a Demanda de Água Subterrânea em Termos Percentuais para Mineração (pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água)

Área de Abrangência (AAb)	CH	Volume total captado (Hm³/ano)*	Volume captado para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento (Hm³/ano)	IS (%)
Quadrilátero Ferrífero	DO1	5,74	0,00	0,00
	DO2	90,56	55,46	61,24
	DO3	6,76	0,00	0,00
	SF2	10,92	0,00	0,00
	SF3	99,43	47,22	47,49
	SF5	104,79	42,98	41,01
	Total	318,20	145,65	45,77
Borda Leste da Serra do Espinhaço	DO3	8,01	4,38	54,68
	DO4	1,58	0,00	0,00
	JQ1	0,23	0,00	0,00
	SF5	0,04	0,00	0,00
	Total	9,86	4,38	44,44
Distrito Ferrífero de Nova Aurora	JQ1	3,83	0,00	0,00
	JQ3	0,30	0,00	0,00
	PA1	1,98	0,00	0,00
	SF10	16,39	1,05	6,41
	Total	22,49	1,05	4,67

 **Acima de 50%**
Muito Alta

 **30 a 50%**
Alta

 **10 a 30%**
Média

 **Abaixo de 10%**
Baixa

Fonte: RURALMINAS/SEMAD (1999); IGAM/ECOPLAN-LUME (2010b); e CPRM/IGAM (2019).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Os resultados apresentados vêm confirmar que os volumes captados para fins de pesquisa hidrogeológica e rebaixamento de nível d'água para mineração, na AAb do QF, têm maior predominância sobre os volumes captados para os demais usos, mostrando uma influência significativa das atividades de mineração de ferro sobre a disponibilidade hídrica subterrânea.

Neste contexto, é pertinente comentar que os resultados obtidos para a área da BLSE mostram também a grande magnitude dos volumes captados envolvidos no rebaixamento do nível d'água subterrânea, nas minerações de ferro, visto que apenas uma outorga deferida para este fim representa cerca de 45% do volume total captado nesta AAb.

Com relação ao DFNA, por não apresentar minerações de ferro em seu território de abrangência, os volumes captados para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento são baixos e envolvem outros tipos de exploração mineral, conforme comentado anteriormente.

5.1.3.4 Avaliação dos Pontos Amostrais das AAb (2021)

Para avaliação da condição atual dos pontos amostrais das AAb, foram utilizados índices adotados pelo IGAM: Coliformes Termotolerantes (CT), Índice de Qualidade das Águas (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET). Embora estes índices não tenham sido estabelecidos para avaliar impactos decorrentes da mineração, oferecem um panorama geral sobre a qualidade da água, possibilitando compreender o nível de comprometimento qualitativo das bacias em análise, de acordo com os seus parâmetros e categorias. Foi calculada a média sazonal (períodos seco e chuvoso) para o ano de 2021 de cada índice (CT, IQA e IET), para cada ponto amostral localizado dentro das AAb. Os resultados foram expressos na forma de mapas temáticos com os valores indicados em cada ponto amostral da rede de monitoramento do IGAM (**Tabela 5-20**).

Tabela 5-20 – Índices da Qualidade da Água

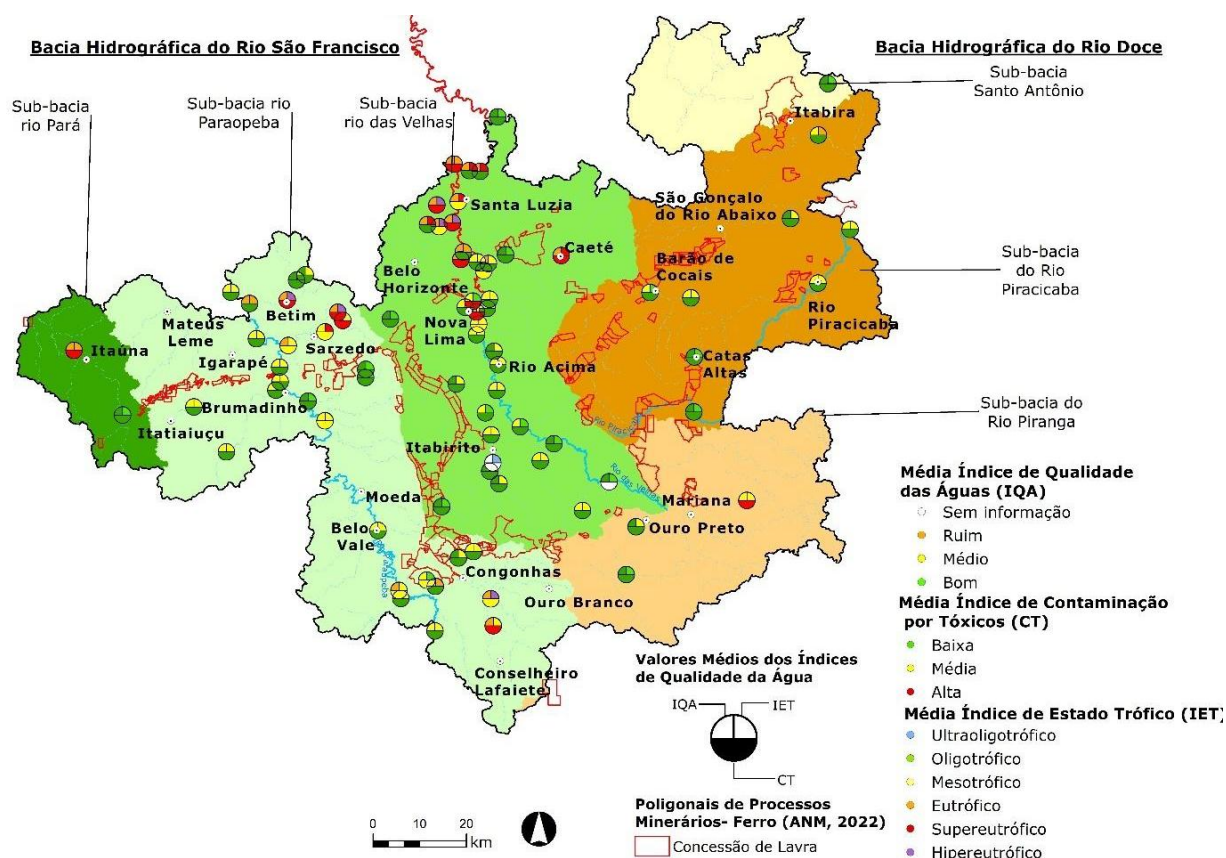
Índice	Parâmetros de Avaliação	Padrões	Expressão dos Resultados					
Índice de Contaminação por Tóxicos - CT	Arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total	DN nº01/2018 (IGAM)/ Res. Conama 357/05 (águas doces classe 2)	Baixa	Média		Alta		
			Concentrações que excedem em até 20% o limite de classe de enquadramento	Concentração que ultrapasse os limites mencionados no intervalo de 20% a 100%		Concentrações que excedem em mais de 100% os limites		
Índice de Qualidade das Águas IQA	Oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes (ou <i>E. coli</i>), pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez e sólidos totais.	Ponderação dos parâmetros com valores até 100	Excelente	Bom		Médio	Ruim	Muito Ruim
			90<IQA≤100	70<IQA≤90		50<IQA≤70	25<IQA≤50	IQA≤25
			Águas apropriadas para tratamento convencional para abastecimento			Requer tratamentos mais avançados para abastecimento		
Índice de Estado Trófico - IET	Rios: fósforo total e clorofila-a	Ponderação dos parâmetros com valores até > 67	Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Supereutrófico	Hipereutrófico
			IET ≤ 47	47 < IET ≤ 52	52 < IET ≤ 59	59 < IET ≤ 63	63 < IET ≤ 67	IET> 67

Fonte: IGAM (2021).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.3.4.1 Quadrilátero Ferrífero

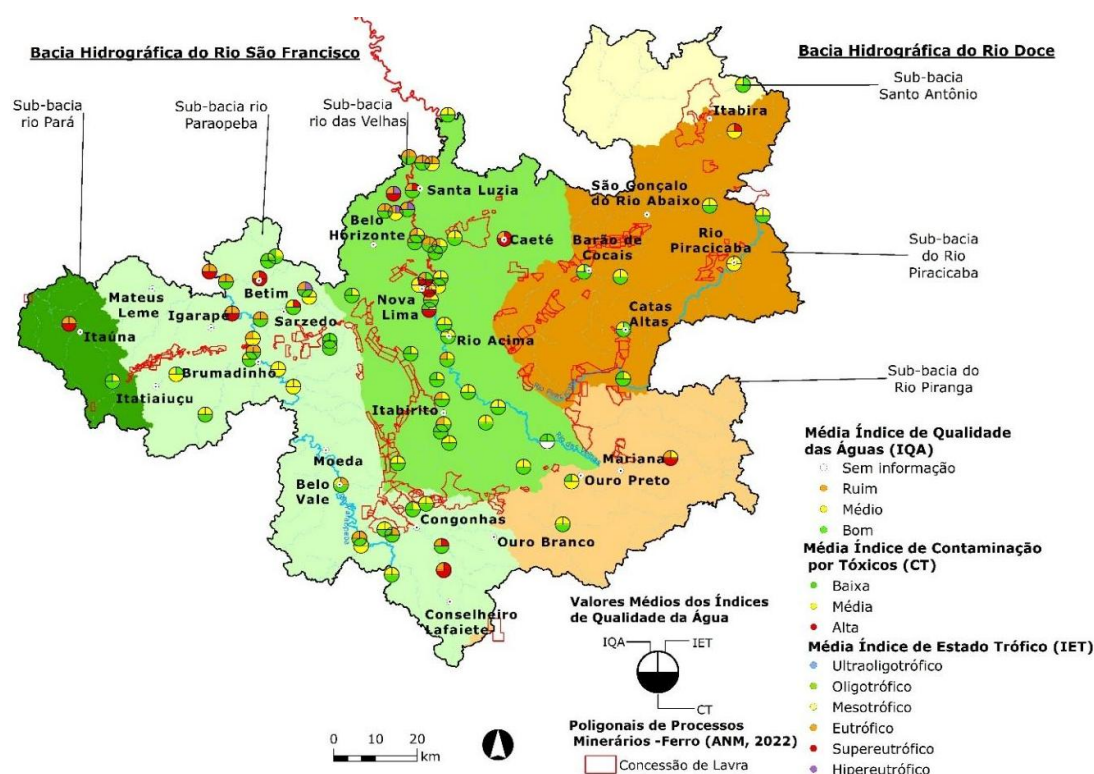
A AAb do QF mostrou que o período seco de 2021 apresentou poucos locais amostrados, com classificação de água Ruim pelo IQA, ou de contaminação Alta pelo CT, ou Hipereutrófico/Supereutrófico pelo IET. A maioria dos pontos que mostram essa classificação estão associados às proximidades de centros urbanos, como é o caso dos pontos localizados na Região Metropolitana de Belo Horizonte; do ponto PA009 (rio São João), junto à cidade de Itaúna; do ponto BP084 (rio Maranhão), a jusante da cidade de Conselheiro Lafaiete; SC03 (córrego Caeté), na malha urbana de Caeté. É importante considerar também que alguns desses pontos acumulam as pressões ambientais derivadas dos centros urbanos e das atividades minerárias, como é o caso do ponto RD009, no rio do Carmo, a jusante da cidade de Mariana e de uma extensa área de Concessão de Lavras de minério de ferro (**Figura 5-33**).

Figura 5-33 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados no QF com os Índices IQA, IET e CT para o Período SECO (médias para 2021)



No período de chuvas de 2021, verificou-se um agravamento da situação de qualidade da água em grande parte dos pontos amostrais, com diminuição da classificação Boa pelo IQA e aumento da classificação Ruim. Para o IET, a proporção de classificação Mesotrófica aumentou, diminuindo os pontos com classificação Ultraoligotrófica e Oligotrófica. No entanto, o nível de contaminação medido pelo CT não mostrou alteração negativa no período chuvoso, pelo contrário, verificou-se nesta AAB a diminuição do número de pontos com contaminação Alta, o que pode ser resultante da maior diluição de compostos contaminantes durante o período de cheias nos ambientes aquáticos (**Figura 5-34**).

Figura 5-34 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados no QF com os Índices IQA, IET e CT para o Período CHUVOSO (médias para 2021)



Fonte: IGAM (2021) e ANM (2022).

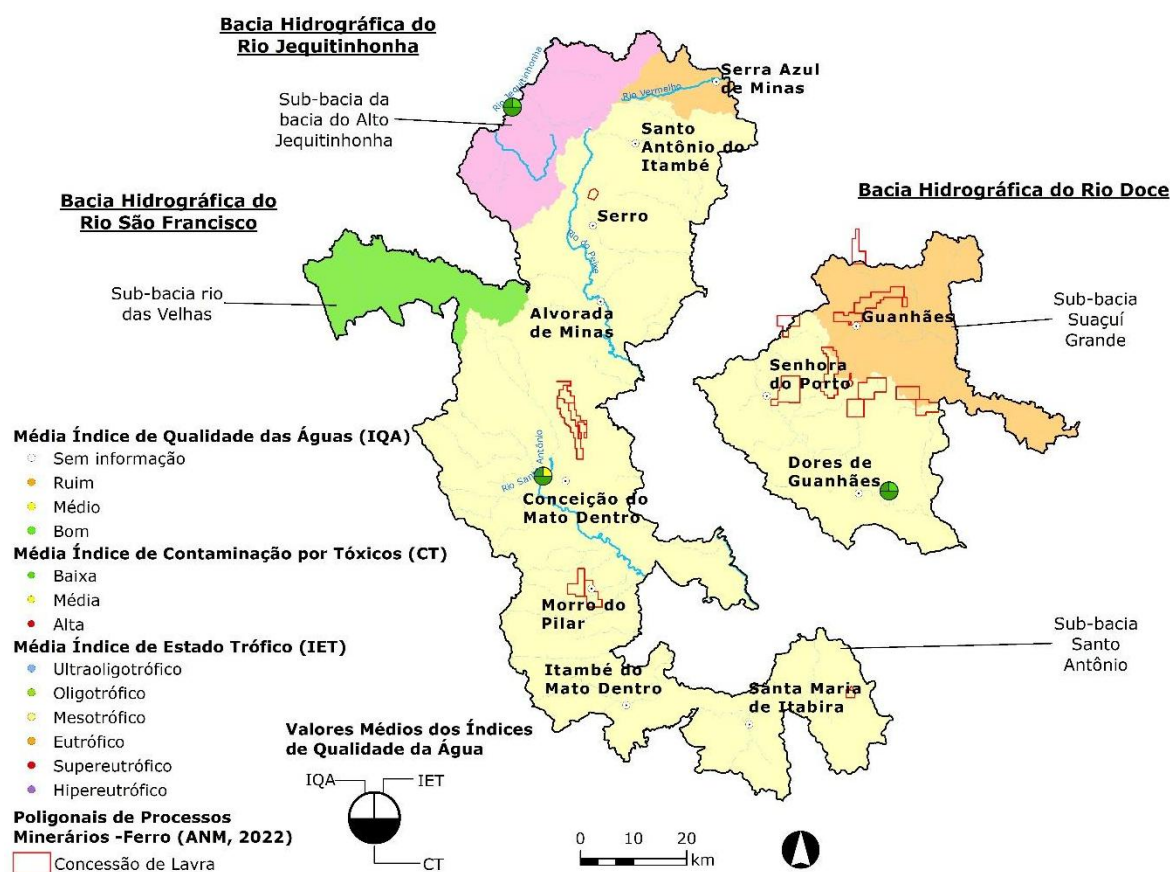
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Não foi possível associar os piores resultados de IQA, CT e IET direta ou exclusivamente à presença de atividades de mineração, uma vez que áreas sob Concessão de Lavra para extração de minério de ferro não foi o fator preponderante para os resultados ruins, mas sim a urbanização e adensamento urbano. Pelo contrário, encontraram-se pontos amostrais na vizinhança de áreas de mineração que mantiveram qualidade de água Boa ou Média, grau de trofia Mesotrófica e contaminação Baixa, mesmo na proximidade de lavras de minério de ferro, como é o caso dos pontos BP016 (rio Preto, Congonhas), BP018 (córrego Mãe-d'água, Congonhas), BP020 (córrego Maria-José, Congonhas), AV200 (rio do Peixe, Nova Lima), RD099 (rio Maquiné, Catas Altas), RD074 (rio Piracicaba, Mariana), entre outros.

5.1.3.4.2 Borda Leste da Serra do Espinhaço

A AAb da BLSE mostrou que o período seco de 2021 apresentou três locais amostrados com classificação de água Boa pelo IQA, de contaminação Baixa pelo CT e grau de trofia variando entre Oligotrófico (JE001 e RD082) e Mesotrófico (RD077) pelo IET (**Figura 5-35**). Estes pontos estão localizados em Conceição do Mato Dentro (RD077, rio Santo Antônio), Dolores de Guanhanes (RD082, rio Guanhanes) e entre os municípios de Diamantina e Serro (JE001, rio Jequitinhonha).

Figura 5-35 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados na BLSE com os Índices IQA, IET e CT para o Período SECO (médias para 2021)

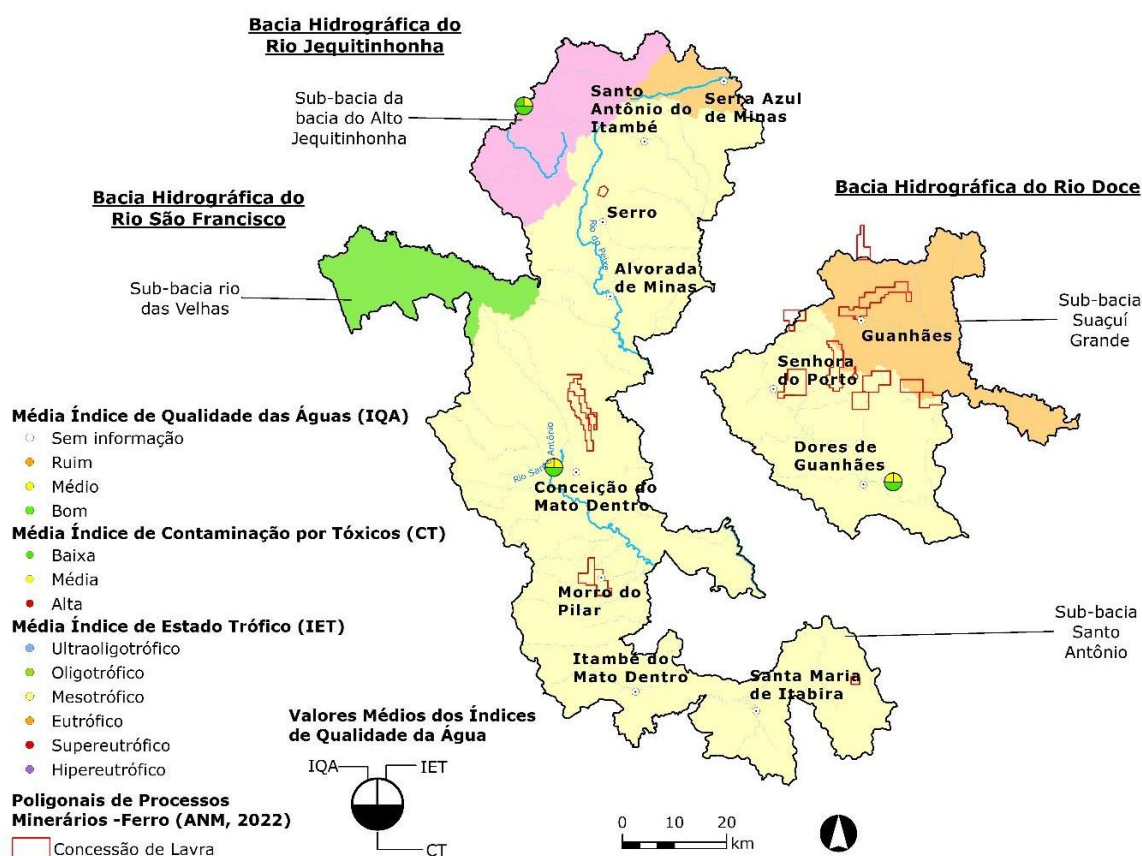


Fonte: IGAM (2021) e ANM (2022).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

O período de chuvas de 2021 implicou em piora na situação da qualidade da água, com diminuição das classificações pelo IQA de Boa para Média em RD077 e RD082; de Oligotrófico para Mesotrófico (IET) em RD082 e JE001, mas mantendo o grau de contaminação (CT) Baixo nos três locais (**Figura 5-36**).

Figura 5-36 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados na BLSE com os Índices IQA, IET e CT para o Período CHUVOSO (médias para 2021)



Fonte: IGAM (2021) e ANM (2022).

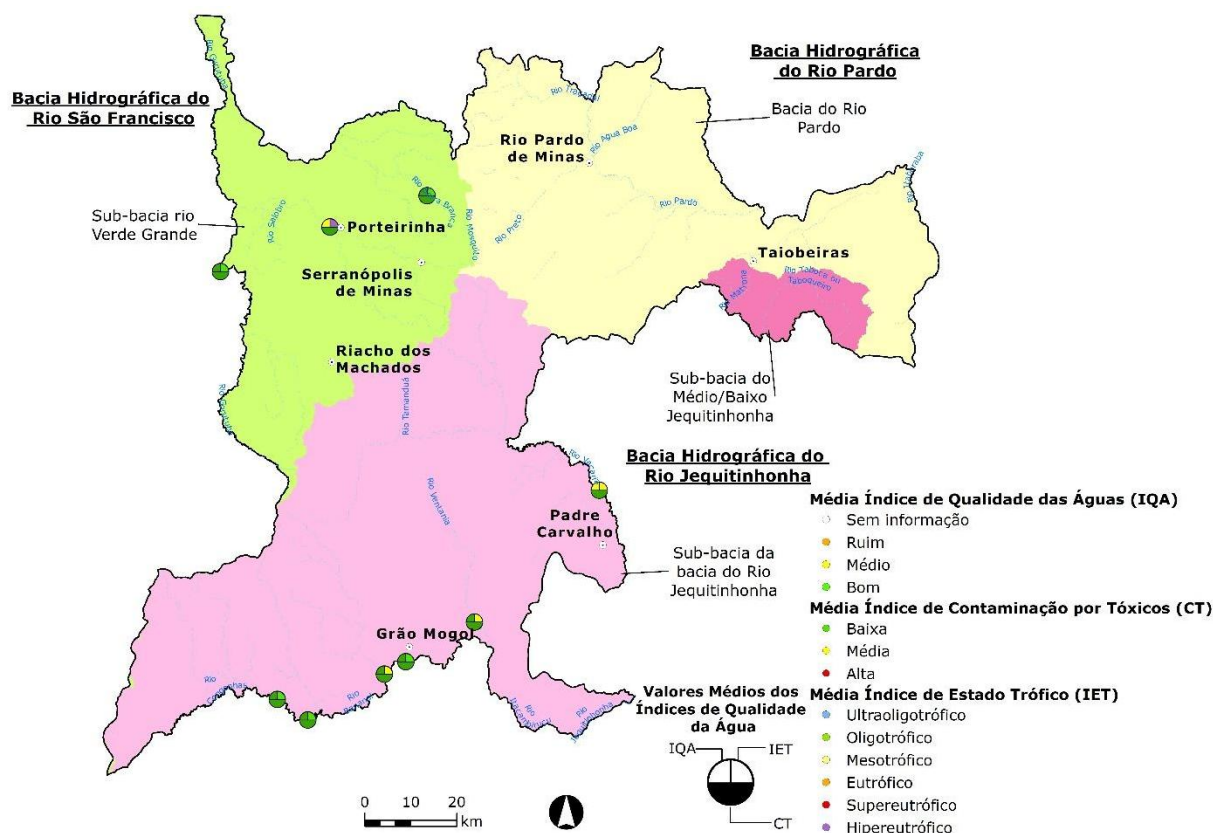
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Não foi possível associar os resultados de IQA, CT e IET diretamente a atividades de mineração, uma vez que estes índices não são específicos para a atividade. Por outro lado, a proximidade a uma zona urbana é um fator que pode explicar o pior resultado de IET do ponto RD077 no período seco.

5.1.3.4.3 Distrito Ferrífero de Nova Aurora

A AAb do DFNA mostrou que o período seco de 2021 apresentou a maioria dos locais amostrados com classificação de água Boa pelo IQA, com exceção dos pontos SF020 e JE008, que tiveram qualidade Média e representam respectivamente o rio Mosquito, no município de Porteirinha, e o rio Vacaria, no município de Padre Carvalho. O grau de trofia nesse período foi principalmente oligotrófico, com exceção de SF020 (Hipereutrófico), JE008, JE031 e JE033 (Mesotrófico). A contaminação medida pelo CT foi Baixa em todos os pontos neste período do ano. Os pontos JE031 e JE033 estão localizados respectivamente no rio Ventania e ribeirão Extrema, ambos no município de Grão Mogol (**Figura 5-37**).

Figura 5-37 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados no DFNA com os Índices IQA, IET e CT para o Período SECO (médias para 2021)

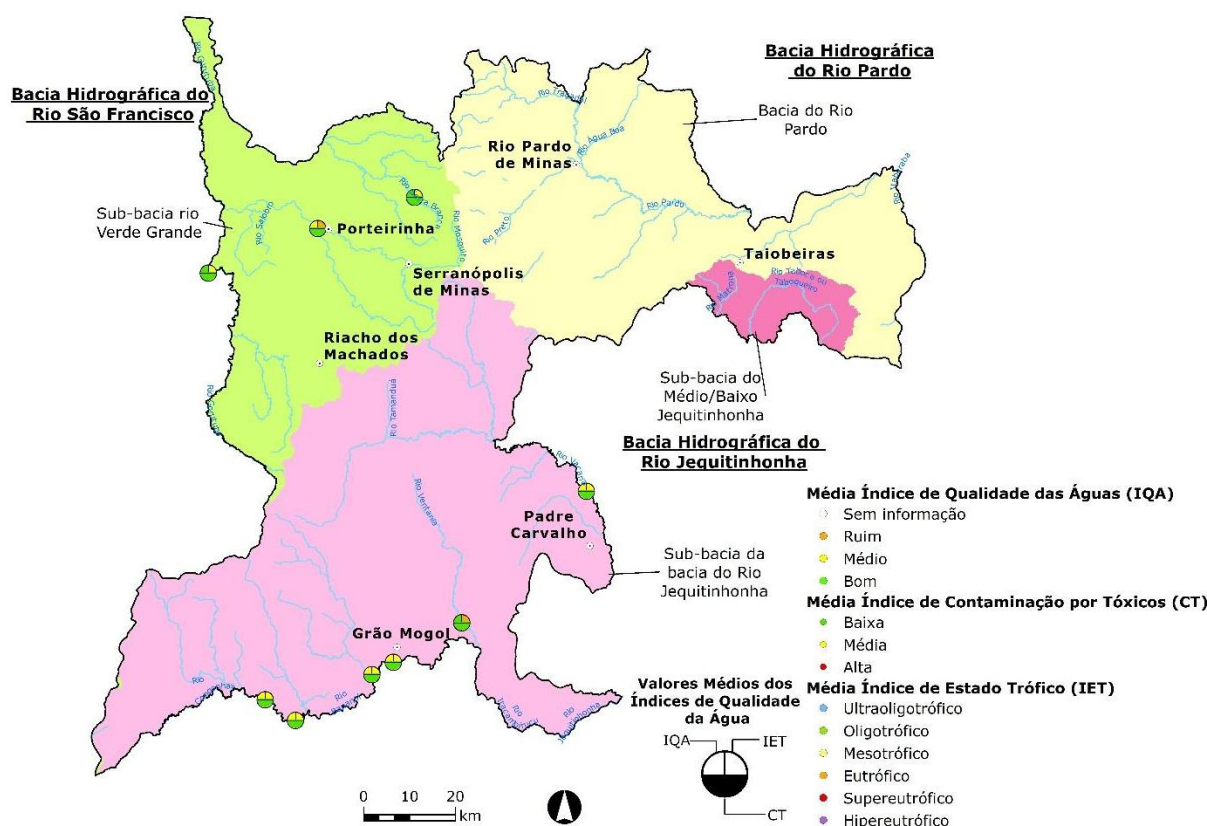


Fonte: IGAM (2021) e ANM (2022).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Como resultado do aumento das precipitações e aumento do nível dos cursos de água, o período chuvoso implicou em pior classificação para o IQA, que mostrou qualidade Média para todos os locais, exceto JE031, SFC145 (rio Gorutuba, Janaúba) e SFC200 (rio Serra Branca, Porteirinha) que mantiveram qualidade Boa. O grau de trofia se acentuou na maioria dos pontos, que passaram a ser classificados como Mesotrófico ou Eutrófico, mas ocorreu provável diluição em SF020, que de Hipereutrófico passou a ser Eutrófico. Não se verificou alteração para a classificação do CT, que manteve a classificação Baixa para os contaminantes (Figura 5-38).

Figura 5-38 – Pontos Amostrais da Rede de Monitoramento do IGAM Localizados no DFNA com os Índices IQA, IET e CT para o Período CHUVOSO (médias para 2021)



Fonte: IGAM (2021) e ANM (2022).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.4 Análise das Condições da Biodiversidade

O delineamento do cenário ambiental atual e sua dinâmica auxilia na tomada de decisões relativas à sustentabilidade, especialmente importante quando se trata de formas intensivas de uso dos recursos naturais, como na atividade minerária.

Foram abordados sete cortes analíticos, considerando: Inserção Biogeográfica; Cobertura da Vegetação Nativa; Espécies Ameaçadas; Pressão Antrópica; Unidades de Conservação e Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCBs). Áreas de compensação das mineradoras não foram consideradas, uma vez que não há banco de dados disponível sobre o tema.

As análises foram baseadas em dados secundários e mapeamentos disponíveis em *sites* oficiais (IDE-MG; IBGE, 2020; *Specieslink*, 2022); IEF-MG, 2021/22; IEF/ICMBio, 2020; BIODIVERSITAS – MG; MMA, Mapbiomas, 2022; INPE/BD Queimadas, 2022, além de bibliografia especializada.

Para analisar a capacidade de gestão do meio ambiente foram utilizados indicadores que se referem a:

- Organização Institucional, considerando existência, no município, de Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Conselho de Meio Ambiente, Fundo de Meio Ambiente, Pagamento por Serviços Ambientais instituído no município. Foram consideradas também capacitações realizadas nos últimos quatro anos;
- Conservação Ambiental, considerando o percentual de Cobertura Vegetal e a existência de UCs de Proteção Integral no município.

Com relação ao patrimônio espeleológico, é notável a diversidade geológica em Minas Gerais, com formações carbonáticas, ferríferas e quartzíticas. O Estado tem o maior número de cavidades naturais subterrâneas cadastradas (41%) no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (Canie) (ICMBIO, 2021).

Grande parte das três AAb encontra-se na Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, onde se localizam dois dos geossistemas ferruginosos mais importantes de Minas Gerais: o Quadrilátero Ferrífero e a Serra da Serpentina (Borda Leste da Serra do Espinhaço), constituídos por afloramentos ferruginosos, conhecidos como cangas, e formações ferríferas bandadas. No DFNA, na região do Vale do Rio Peixe Bravo, ocorrem áreas de cangas de extrema importância para conservação (Carmo *et al.*, 2015).

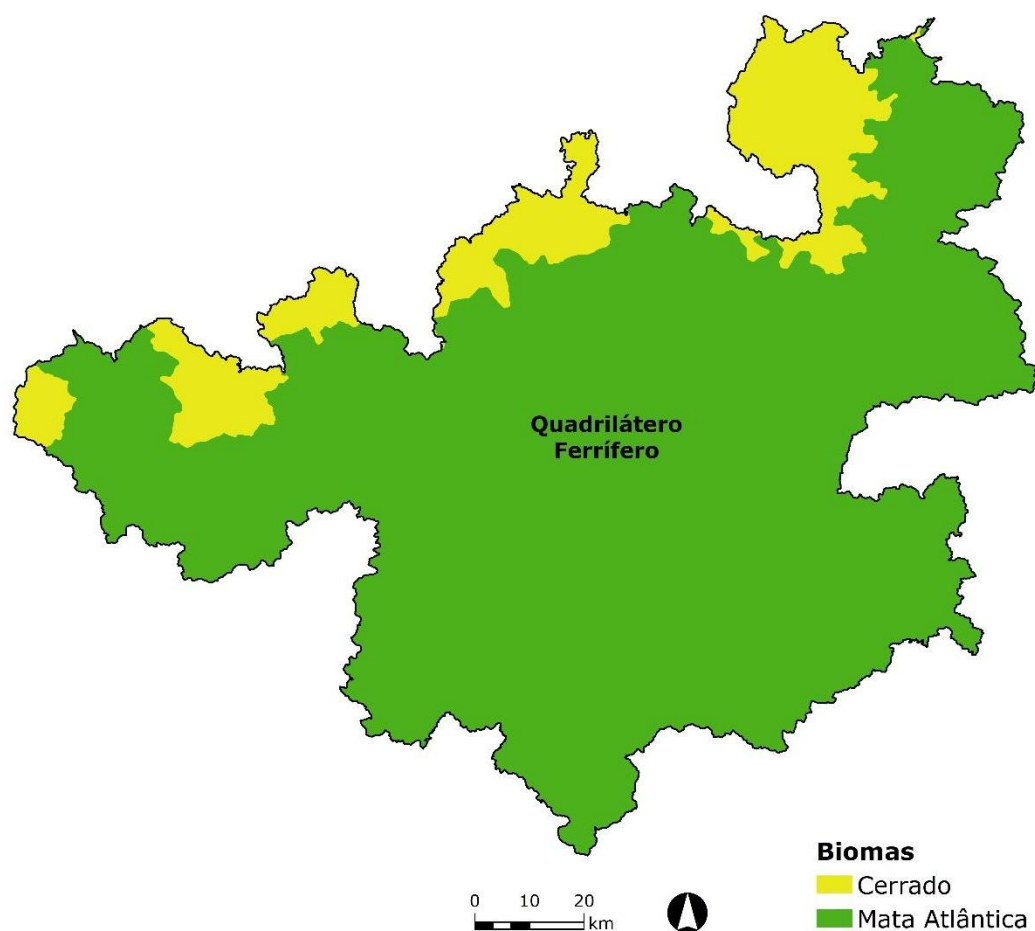
Os geossistemas ferruginosos estão associados às principais jazidas de minério de ferro e a estes estão sobrepostos títulos minerários, com alto potencial de impactos ambientais resultantes da extração do minério de ferro (Revista Serra do Espinhaço, 2017). Por outro lado, tem havido considerável aumento de registros de novas cavernas em rochas ferríferas no Brasil, em função dos estudos destinados a licenciamento ambiental para a atividade de mineração (Carmo & Kamino, 2015).

5.1.4.1 Quadrilátero Ferrífero (QF)

5.1.4.1.1 Inserção Biogeográfica

O QF caracteriza-se pelo bioma Mata Atlântica (IDE-MG/IBGE, 2020) e, em menor escala pelo bioma Cerrado, ambos considerados *hotspots* de biodiversidade.

Figura 5-39 – Biomas Cerrado e Mata Atlântica no QF



Fonte: IDE-MG/IBGE (2020).

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

A transição é bastante definida, decorrente do efeito orográfico de serras como do Rola Moça, do Curral, do Cipó. A Leste, a estacionalidade climática favorece a ocorrência de cerrados, enquanto no restante do território prevalecem as florestas estacionais, com manchas de cerrado e de campos rupestres nos terrenos mais elevados.

5.1.4.1.2 Vegetação

Cerca de 32% do território desta AAb encontra-se com vegetação nativa (**Figura 5-40**). A floresta estacional ocupa cerca de 26% da área, sendo mais expressiva no centro e sudeste, associada a relevos mais acidentados. A norte/nordeste prevalecem extensas áreas de silvicultura, por vezes formando mosaico com fragmentos de floresta estacional.

Figura 5-40 – Cobertura Vegetal do QF

Fonte: IEF-MG (2009).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Os Campos Rupestres ocorrem nas serras da Moeda, Capanema, Ouro Branco, Itacolomi, Caraça e Gandarela, de forma contínua ou em mosaicos, salientando-se que podem ser campos rupestres ferríferos ou quartzíticos, com diferenças florísticas entre eles. Estão mais representados em Ouro Preto, Itabirito, Santa Bárbara e Rio Acima, formando um expressivo cinturão nas porções mais elevadas dos terrenos. Menos extensas, porém não menos importantes, são as ocorrências na serra do Curral, no sentido sudoeste/nordeste, entre Sarzedo e Sabará.

Os Cerrados ocupam menos de 0,5% do território, em pequenas áreas disjuntas na porção mais a oeste da AAB.

Levando em conta que a legislação ambiental prevê 20% de reserva legal em propriedades rurais e assumindo-se este percentual como o mínimo a ser mantido por município, observa-se que vários encontram-se com Baixa ou Muito Baixa cobertura de vegetação. Não se considerou áreas de preservação permanente (APPs) e reservas legais devido à escala de trabalho, que não possibilita mapear estas áreas.

A **Tabela 5-21** e a **Figura 5-41** apresentam o número de municípios do QF por nível de criticidade em relação ao percentual da cobertura vegetal, considerando a cobertura vegetal atual de cada município, e número de minas ativas.

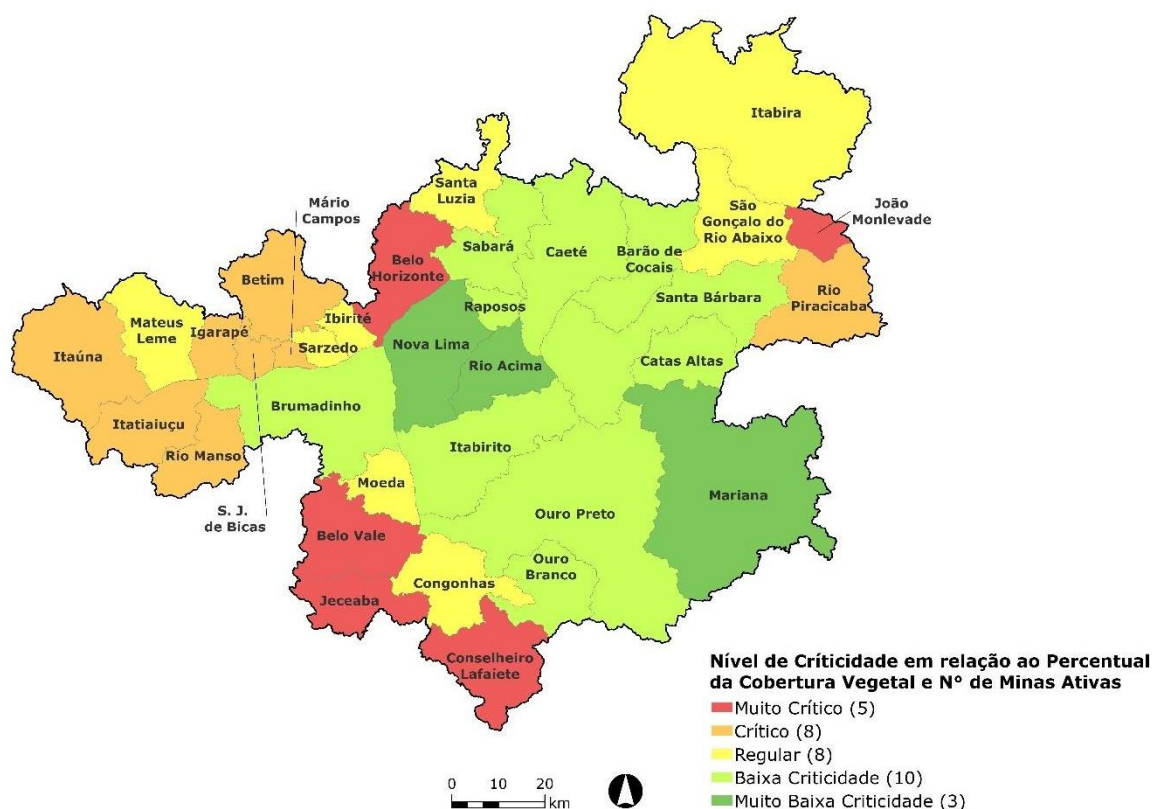
Tabela 5-21 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas no QF até 2021

Classificação quanto à cobertura vegetal	Número de Municípios
Muito Crítico (até 10%)	5
Crítico (10,1 até 20%)	8
Regular (20,1 até 30%)	8
Baixa Criticidade (30,1 até 50%)	10
Muito Baixa Criticidade (>50%)	3

Fonte: Cobertura Vegetal - IEF-MG (2009) e MapBiomias (2022); Minas Ativas - ANM (2022).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Figura 5-41 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas no QF até 2021



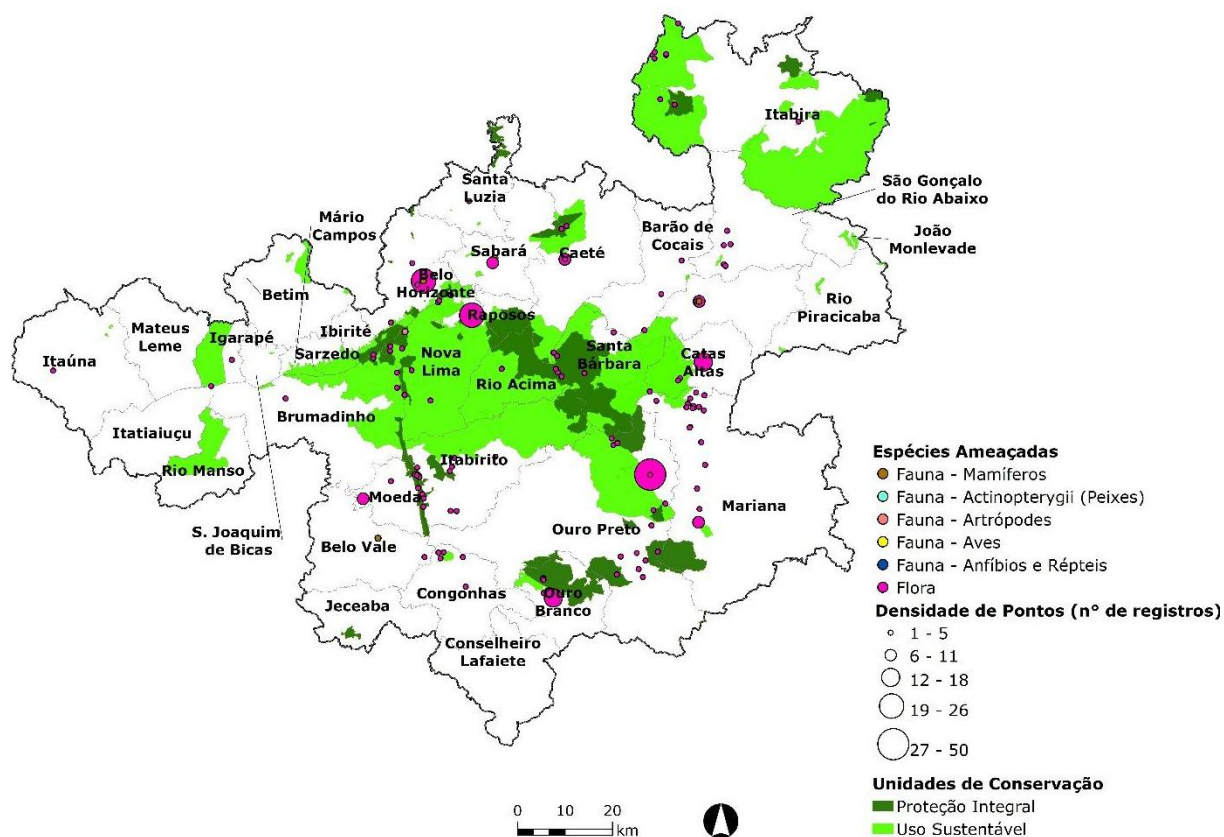
Elaboração: Tetra Mais (2024).

As análises indicam que a mineração não é a causa principal de redução da cobertura vegetal nos municípios, o que pode ser observado na **Figura 5-41**, mais adiante. A maioria dos municípios com Baixa criticidade tem minas ativas, entre os quais Brumadinho e Itabirito, com nove e sete minas ativas, respectivamente. Nova Lima, com quatro minas, foi considerada com Muito Baixa Criticidade. Entre os vinte e um municípios classificados com nível Regular, Crítico ou Muito Crítico, apenas Itatiaiuçu (seis minas ativas), Congonhas e Belo Vale (ambos com quatro minas ativas) apresentam quantidade significativa de minas ativas.

5.1.4.1.3 Espécies da Flora e Fauna ameaçadas

Um quadro aproximado de ocorrências de espécies no QF foi delineado mapeando-se os dados disponíveis, com ênfase em espécies ameaçadas. O maior número de registros refere-se à flora. Dentre cerca de 200 espécies relacionadas (*Specieslink*, 2022; Instituto Prístino, 2022), 92 são consideradas com algum grau de ameaça ou são endêmicas, sendo grande parte destes registros em UCs e, em sua maioria, em campos rupestres (**Figura 5-42**).

Figura 5-42 – Registros de Espécies de Flora e Fauna Ameaçadas de Extinção no QF



Fonte: SPECIESLINK (2022) e INSTITUTO PRISTINO (2022).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

O balanço de perdas de cobertura e de regeneração no período analisado, com base na série histórica disponibilizada pelo MapBiomias (2020) mostra redução gradativa de florestas, da ordem de 5,5% do total observado no início da série histórica, e aumento de áreas não vegetadas, que incluem áreas urbanas e mineração, em cerca de 65%. Nota-se ainda redução de corpos d'água em 32,7% e ligeira perda de áreas de agropecuária, da ordem de 2%. Por outro lado, observa-se, conforme apresentado na **Figura 5-43**, regeneração da vegetação no território, mais expressiva a oeste, entre Rio Manso e Brumadinho, a norte, em Itabira, bem como, de forma esparsa, nas porções centro e leste do QF.

Embora não se considere a mineração como fator preponderante no quadro atual de redução da cobertura vegetal do QF, verifica-se que as perdas mais recentes estão associadas também à expansão da mineração. Há uma gradativa redução de cobertura vegetal, em pequena ou média escalas, em supressões sucessivas e contíguas, conforme o padrão de exploração mineral. Novamente ao se analisar o ritmo de expansão das áreas de mineração, observa-se aumento significativo de áreas mineradas ao longo do período de registros (1985 a 2020), com maior ênfase entre 2005 e 2015 (MAPBIOMAS, 2020).

B. Queimadas

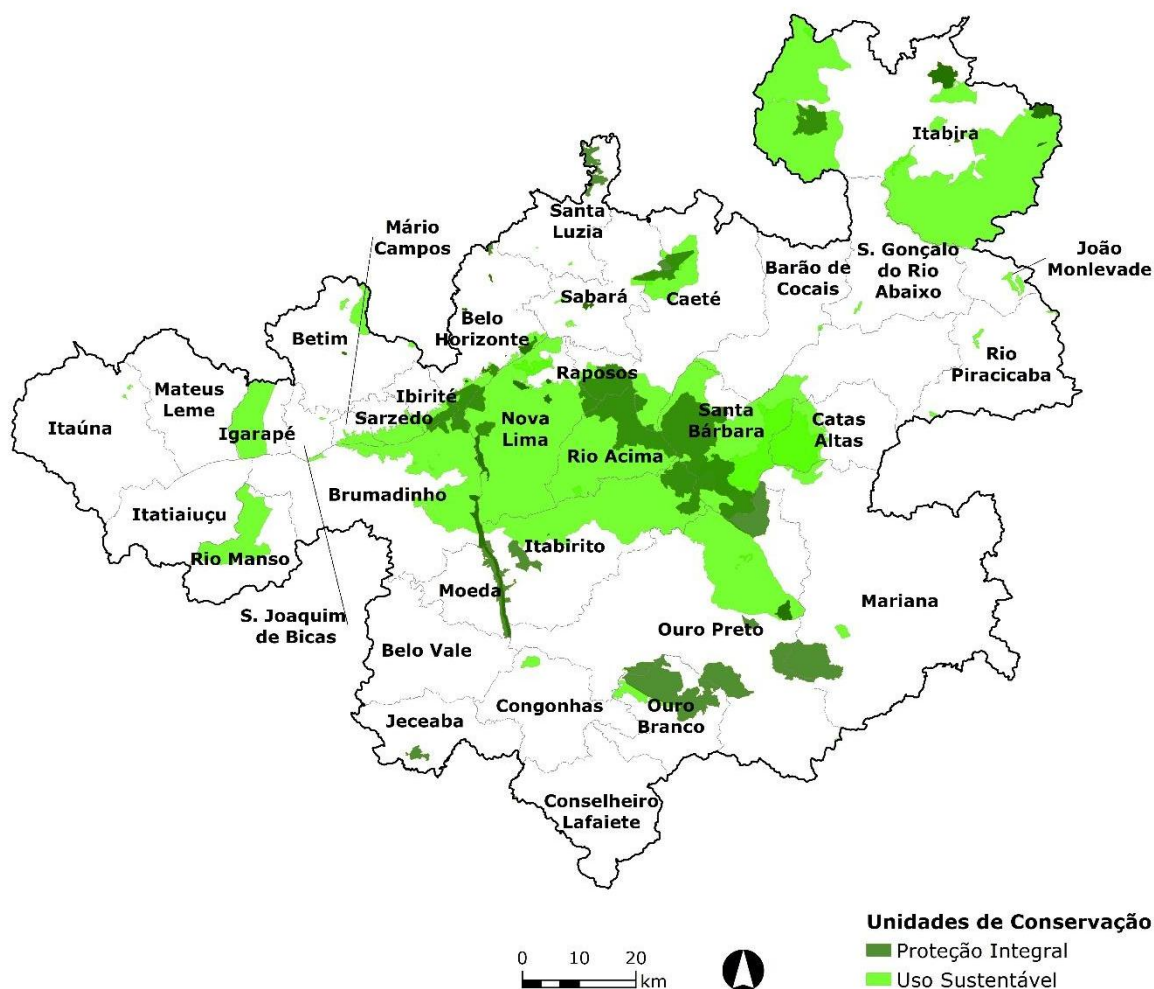
Série histórica de focos de calor no QF (INPE, 2022), abrangendo o período de 2017 a 2021, evidencia maior quantidade nos últimos dois anos, dispersos no território, porém mais concentrados e evidentes nas áreas correspondentes aos campos rupestres, em municípios como Moeda, Ouro Branco, Ouro Preto, Santa Bárbara e Rio Acima, afetando também áreas sob proteção legal na forma de UC.

5.1.4.1.5 Áreas Protegidas

A. Unidades de Conservação

Há uma série de UCs no QF, parte das quais em áreas de campos rupestres. Entre as UCs de proteção integral, o Parque Nacional (PARNA) da Serra do Gandarela apresenta um dos mais contínuos fragmentos de Mata Atlântica de Minas Gerais e formações de cerrado, campos rupestres ferruginosos e quartizíticos (**Figura 5-44**).

Várias outras UCs estão presentes nas cristas das serras que caracterizam o QF, demonstrando resposta à preocupação com a preservação destes ecossistemas únicos frente às pressões antrópicas. Tem-se, neste território, 34 UCs de proteção integral, e outras 34 UCs de uso sustentável. Os municípios Raposos, Rio Acima e Santa Bárbara detêm as maiores parcelas de áreas protegidas na forma de UCs de proteção integral.

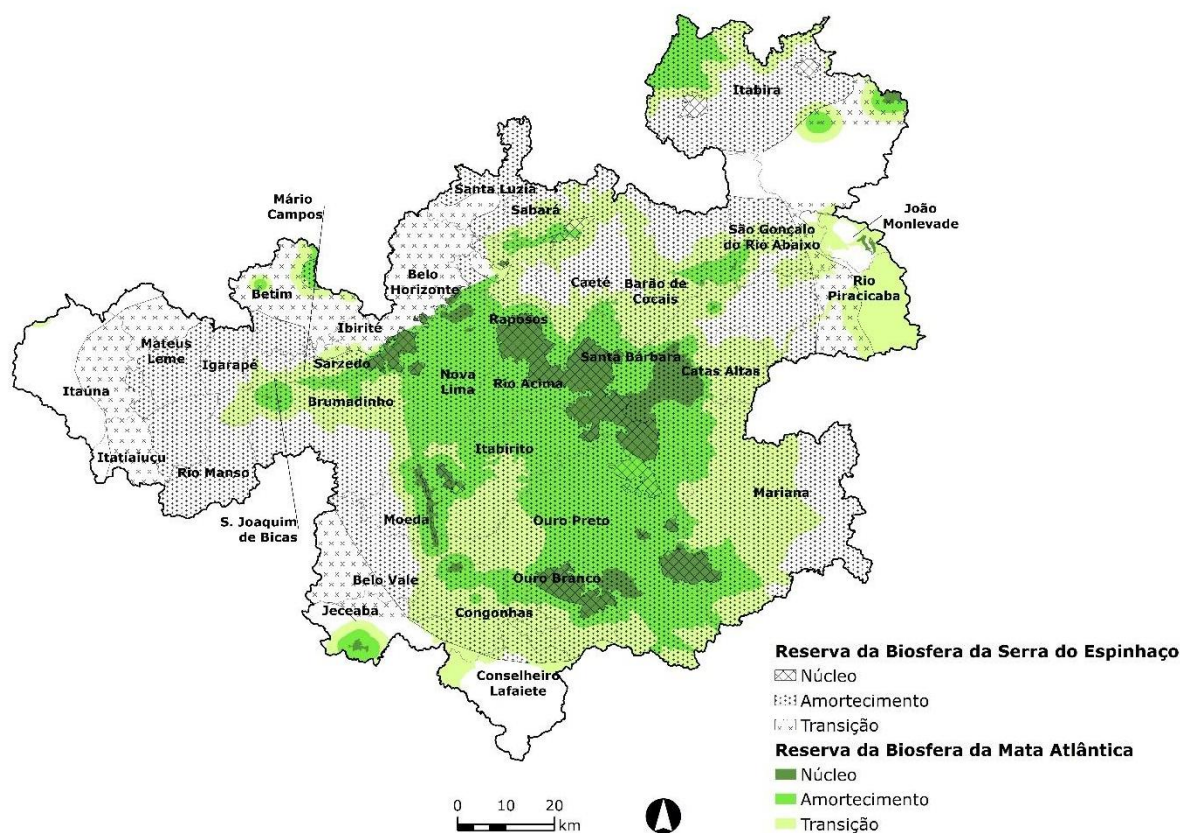
Figura 5-44 – Unidades de Conservação no QF


Fonte: ICMBio/IEF (2022); IEF/MG (2022).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

A importância conservacionista da região, especialmente os ecossistemas associados aos afloramentos rochosos, é reconhecida também pela UNESCO, por meio da criação de Reservas da Biosfera, abrangendo paisagens de transição Mata Atlântica e Cerrado, que marcam a serra do Espinhaço (**Figura 5-45**).

Figura 5-45 – Mapa das Reservas da Biosfera no QF



Fonte: IEF-MG (2009).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

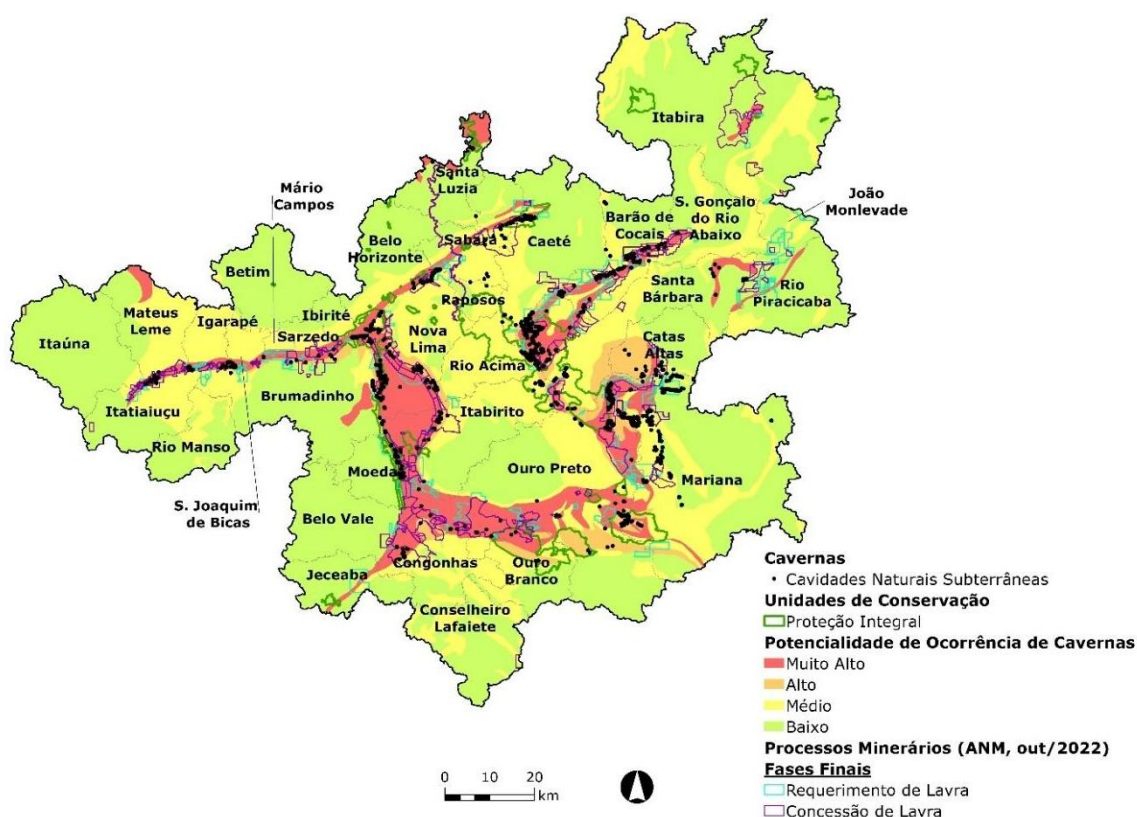
Cabe destacar a proposta de criação do Geoparque Quadrilátero Ferrífero, que integra a Rede Global de Geoparques sob os auspícios da UNESCO, dada a relevância de seu contexto geológico e evolução tectônica.

B. Cavidades Naturais

No QF são descritas na bibliografia sequências plataformais que constituem os grupos Caraça, Itabira, Piracicaba e Sabará da unidade litoestratigráfica denominada Supergrupo Minas, de idade paleoproterozoica (CPRM, 2020). O Grupo Itabira é o que contém a sequência mais espessa de formação ferrífera bandada, representada na região pelos itabiritos da Formação Cauê. As cavernas são mapeadas tanto no interior do itabirito, quanto na canga ou no contato entre os dois. Se considerado o território como um todo, baseado na litologia da região, 55% da área do QF apresenta Baixo potencial de formação de cavidades naturais, 30% apresentam Médio potencial e as áreas com Alto e Muito Alto potencial somam 15%. Destacam-se os municípios de Ouro Preto e Itabirito, especialmente nas áreas de maior altitude, nos topos das serras, onde também se localizam as áreas de exploração de minério de ferro.

O número de cavidades registrado no CECAV, no QF, é superior a 2.200 (ICMBio, 2022). Destas, cerca de 32% estão localizadas em áreas de Concessão de Lavra de minério de ferro, enquanto 17% se encontram em áreas de Requerimento de Lavra (ANM, 2022). A ocorrência de cavernas em sistemas ferruginosos gera um risco potencial de conflito entre as atividades associadas à mineração e a preservação das cavidades naturais. Em contrapartida, também se observa a presença de cavidades em áreas de UCs de proteção integral, sem interferências antrópicas. Foram identificadas 368 cavernas (16% do total identificado) em áreas de UCs de proteção integral ou ZA (**Figura 5-46**).

Figura 5-46 – Cavidades registradas e potencial espeleológico do QF e relação com processos minerários em fase final



Fonte: ICMBio/IEF (2022); IEF/MG (2022); ICMBio (2022); ANM (2022).

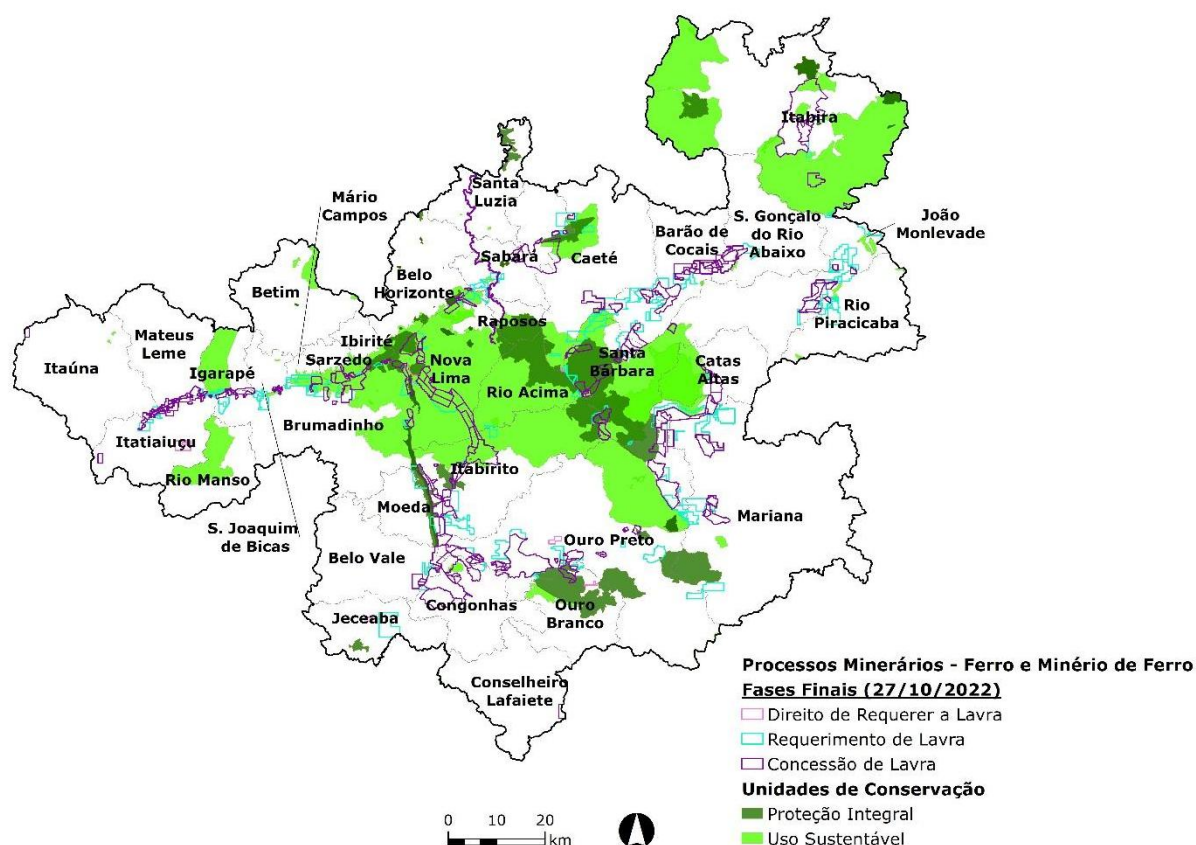
Elaboração: Tetra Mais, 2023.

Considerando que os municípios correspondem aos espaços territoriais onde se desenrolam os processos de ocupação e uso do solo, bem como de proteção da biodiversidade, é importante conhecer o registro de ocorrências de cavidades cadastradas e o potencial espeleológico. Em termos de número de cavidades por município, sete situações chamam atenção: Mariana, com 630 cavidades; Santa Bárbara e Barão de Cocais, cada um com pouco mais de 250; Nova Lima e Ouro Preto, ambos com aproximadamente 200; Itabirito, com 138 e ainda Caeté, com 117 cavidades. Todos estes municípios concentram atividades minerárias.

5.1.4.1.6 Processos Minerários e UCs

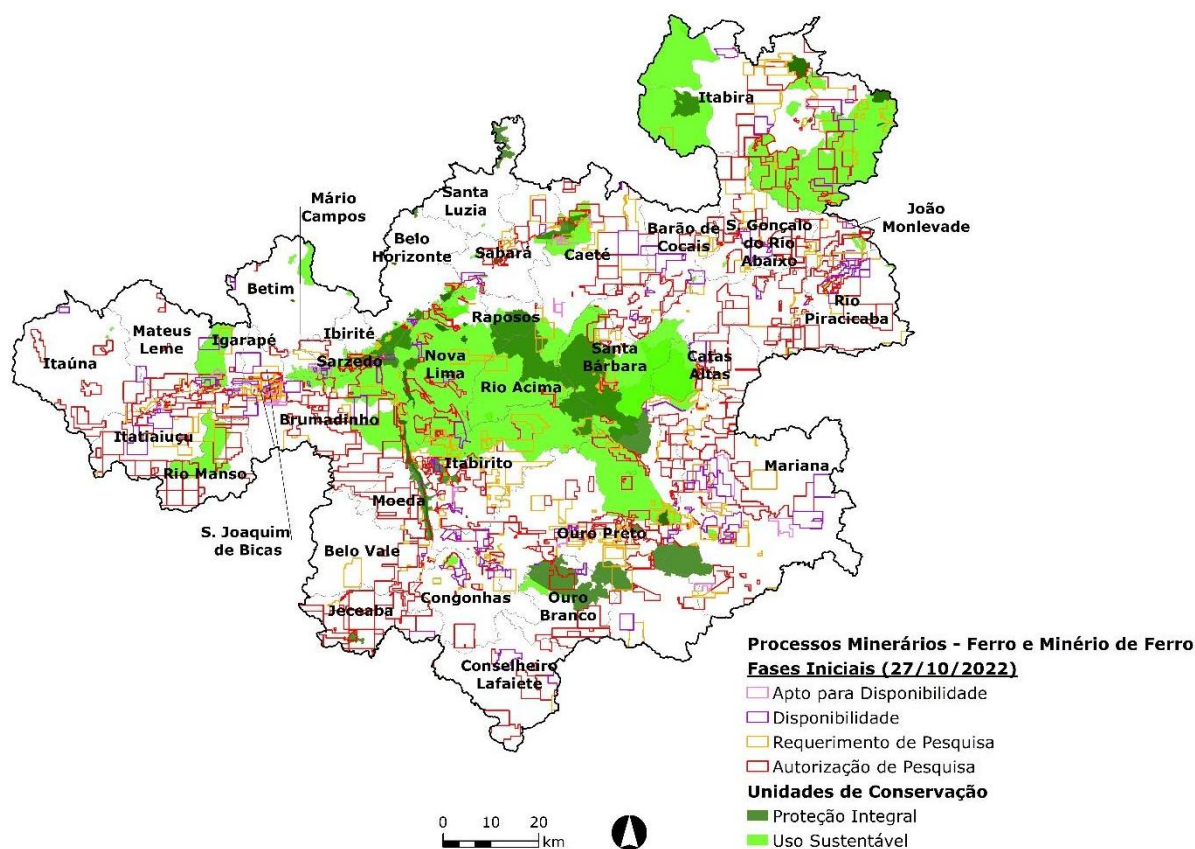
No território do QF há uma série de processos minerários em estágio de Requerimento de Lavra e Concessão de Lavra, coincidentes ou muito próximos das áreas protegidas na forma de UCs, além de processos nas fases iniciais, de Disponibilidade, Requerimento de Pesquisa e Autorização de Pesquisa (ANM, 2022). Isto permite dizer que novas minas poderão se instalar ou se expandir neste território. Cerca de 7,5% das áreas sob proteção integral poderão vir a ser afetadas, bem como 17% das zonas de amortecimento de UCs. De forma similar, poderão ocorrer pressões em UCs de uso sustentável, incluindo APAs, devendo ser considerado o zoneamento estabelecido nos Planos de Manejo (**Figura 5-47 e Figura 5-48**).

Figura 5-47 – Unidades de Conservação (UC) no QF e processos minerários em fases finais



Fonte: MMA, 2022 e IEF/MG (2022); (Unidades de Conservação) e SIGMINE/ANM (2022).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

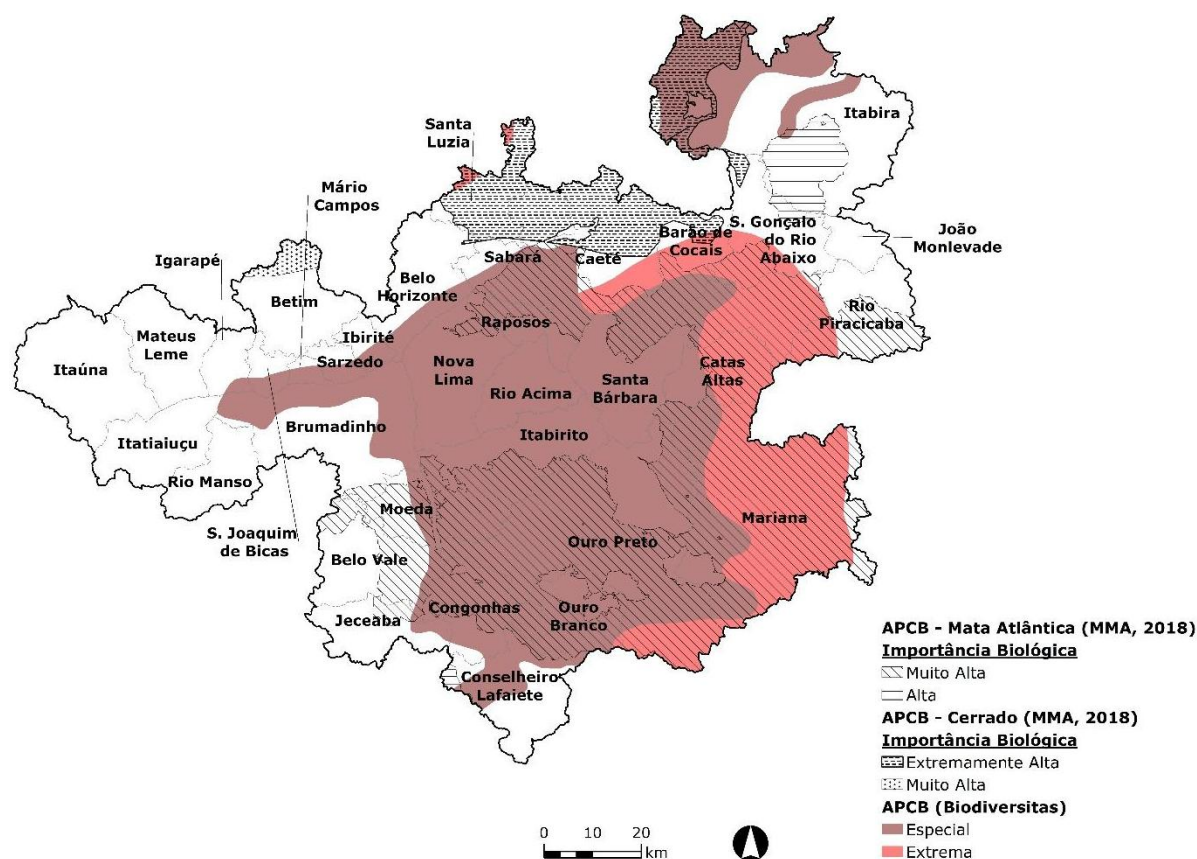
Figura 5-48 – Unidades de Conservação (UC) no QF e processos minerários em fases iniciais

Fonte: MMA (2022); IEF/MG (2022) e ANM (2022).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.4.1.7 Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCBs)

Destacam-se expressivas Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCBs) no QF. No trecho central, caracterizado pelas serras do Curral, da Moeda, Capanema, Ouro Branco, Itacolomi, Caraça e Gandarela, encontra-se extensa área de Especial Prioridade, pelo Estado de Minas Gerais, e de Muito Alta Importância, pelo Ministério de Meio Ambiente (MMA). Ao norte tem-se áreas de Especial Prioridade, em correspondência à serra do Cipó e de Extremamente Alta e Alta Prioridades, respectivamente, na serra do Cipó e na porção central de Itabira, no bioma Mata Atlântica (**Figura 5-49**).

Figura 5-49 – APCBs do QF

Fonte: MMA (2018) e Biodiversitas/MG (2018).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.4.1.8 Situação dos municípios frente à organização institucional e conservação ambiental

Para analisar a capacidade de gestão do meio ambiente dos municípios, realizou-se uma hierarquização por meio de indicadores relativos à organização institucional voltada à gestão ambiental e à conservação da biodiversidade. Como indicadores foram hierarquizados aspectos que se referem à:

- Organização Institucional – considerando presença de Secretaria do Meio Ambiente, Conselho do Meio Ambiente, Fundo de Meio Ambiente, Capacitações e Pagamento por Serviços Ambientais;
- Conservação Ambiental – considerando o percentual de Cobertura Vegetal e de Área em UCs de Proteção Integral, além de presença de UC de Proteção Integral instituída pelo município.

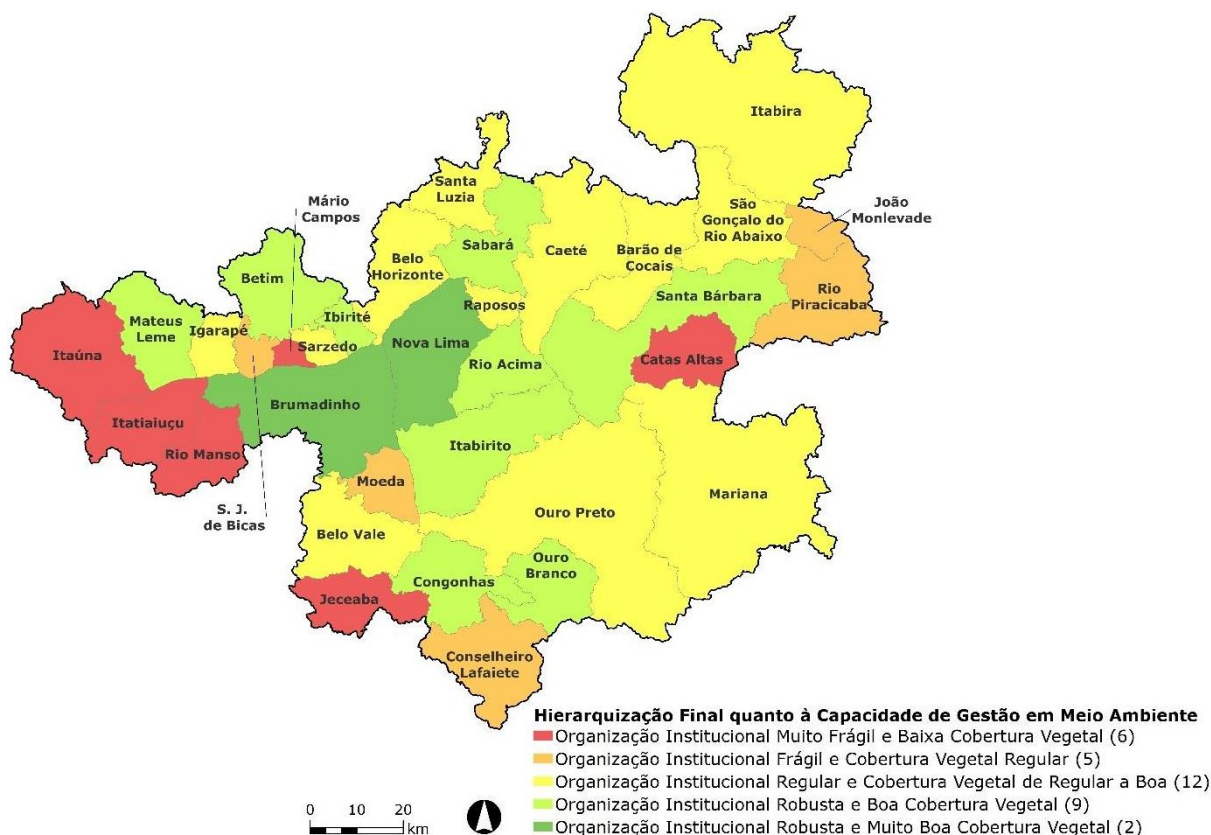
Tendo em vista a relevância dos atributos voltados para o Fundo de Meio Ambiente e a presença de UCs de Proteção Integral nos municípios, foi considerado, para estes, peso 2 na pontuação. A hierarquização final é apresentada na **Tabela 5-22** e **Figura 5-50**.

Tabela 5-22 – Hierarquização final dos municípios do QF quanto à capacidade de gestão em meio ambiente

Classificação		Número de Municípios
Organização Institucional	Conservação Ambiental	
Muito Frágil, sem secretaria de Meio ambiente ou em conjunto com outras, sem Fundo de Meio Ambiente, sem capacitações e ausência de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA	Baixa Cobertura Vegetal, sem representatividade em UC ou muito baixa representatividade. Sem UC municipal	6
Frágil, com Secretaria de Meio ambiente eventualmente em conjunto com outras, sem Fundo de Meio Ambiente e/ou capacitações e ausência de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA	Cobertura Vegetal Regular, pouca ou nenhuma representatividade em UC. Sem UC municipal	5
Regular com Secretaria de Meio ambiente em conjunto com outras, Fundo de Meio Ambiente eventualmente ausente e ausência de Pagamentos por Serviços Ambientais - PSA	Cobertura Vegetal Variável, variando de regular a boa, baixa representatividade em UCs e eventual presença de UC municipal	12
Robusta, tem Secretaria de Meio Ambiente, Conselho e Fundo de Meio Ambiente, geralmente com Pagamento por Serviços Ambientais - PSA e capacitações nos últimos 4 anos	Boa Cobertura Vegetal, com UCs e eventual UC municipal	9
Robusta, tem Secretaria de Meio Ambiente, Conselho e Fundo de Meio Ambiente, geralmente com Pagamento por Serviços Ambientais - PSA e capacitações nos últimos 4 anos	Cobertura Vegetal Muito Boa, com boa representatividade em UCs e presença de UC municipal	2

Elaboração: Tetra Mais (2022).

Figura 5-50 – Hierarquização final dos municípios do QF quanto à capacidade de gestão em meio ambiente



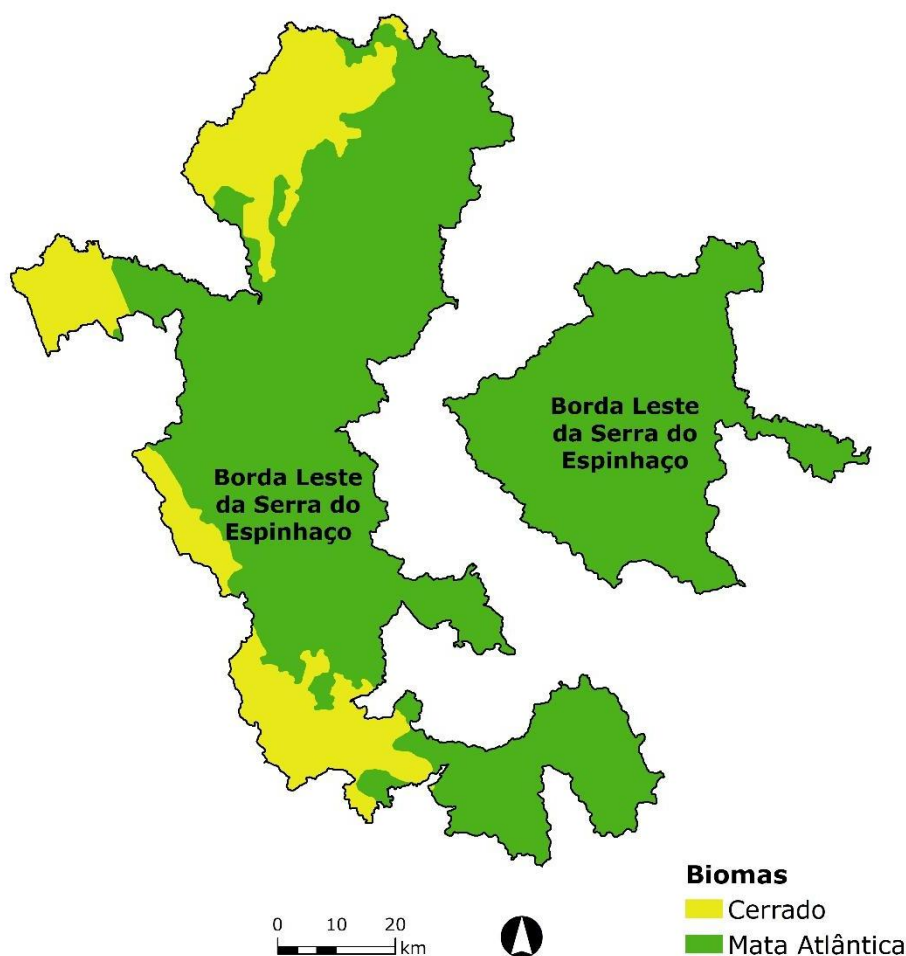
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Verifica-se, para os municípios com cobertura vegetal expressiva e parcela de seus territórios na forma de UCs de proteção integral, tendência de se manterem em nível Bom ou Muito Bom quanto à capacidade de gestão em meio ambiente. Por outro lado, quando a organização institucional é baixa, a conservação ambiental tende também a ser baixa. Isto pode significar que, embora parcela de seu território esteja sob a forma de UC de proteção integral, há maior risco de degradação ambiental.

5.1.4.2 Borda Leste da Serra do Espinhaço (BLSE)

5.1.4.2.1 Inserção Biogeográfica

Predomina na BLSE o bioma Mata Atlântica (IDE-MG/IBGE, 2020) com paisagens do bioma Cerrado associadas à Serra do Espinhaço, nos limites noroeste, oeste e sudoeste. Assim, tem-se os dois biomas considerados *hotspots* de biodiversidade.

Figura 5-51 – Biomas Cerrado e Mata Atlântica na BLSE

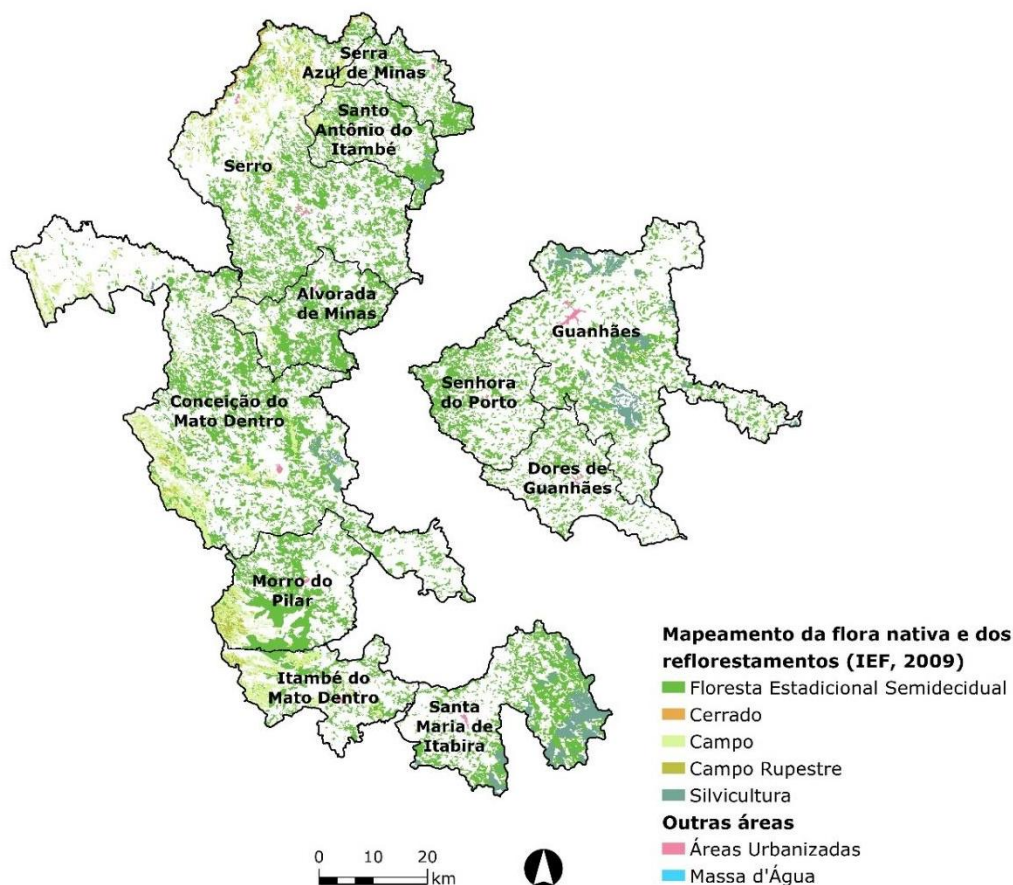
Fonte: IDE-MG/IBGE (2020).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

A confluência de biomas e de condições específicas determinadas pela altitude e substrato resulta em uma paisagem marcada pela heterogeneidade de formações vegetais e, por conseguinte, pela diversidade biológica. A floresta estacional semidecidual é favorecida pela maior umidade vinda do Leste, enquanto a oeste da serra prevalecem cerrados e campos cerrados. Nas porções mais elevadas da Serra do Espinhaço, marcadas por afloramentos rochosos, sobressaem-se os campos rupestres com sua biota altamente especializada.

5.1.4.2.2 Vegetação

Embora fragmentada pela ocupação antrópica, a vegetação nativa ocupa aproximadamente 35% do território da BLSE, prevalecendo a floresta estacional, presente em cerca de 27,7% da área, conforme pode ser observado na **Figura 5-52**.

Figura 5-52 – Cobertura Vegetal da BLSE



Fonte: IEF-MG (2009).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Os Campos Rupestres ocupam cerca de 5,3% da área, presentes a oeste, nos limites da AAb, na borda da Serra do Espinhaço. São mais expressivos no município de Itambé do Mato Dentro, como extensão dos campos da serra e como ocorrências disjuntas em meio à paisagem florestal, atestando o caráter de transição entre biomas. De maneira semelhante, o mosaico de campos e florestas pode ser observado em Conceição do Mato Dentro, bem como um contínuo de campos rupestres associados às cristas das serras do Intendente e da Ferrugem. Outras ocorrências importantes destas formações, associadas a afloramentos rochosos, estão em Morro do Pilar, Serro e Conceição do Mato Dentro.

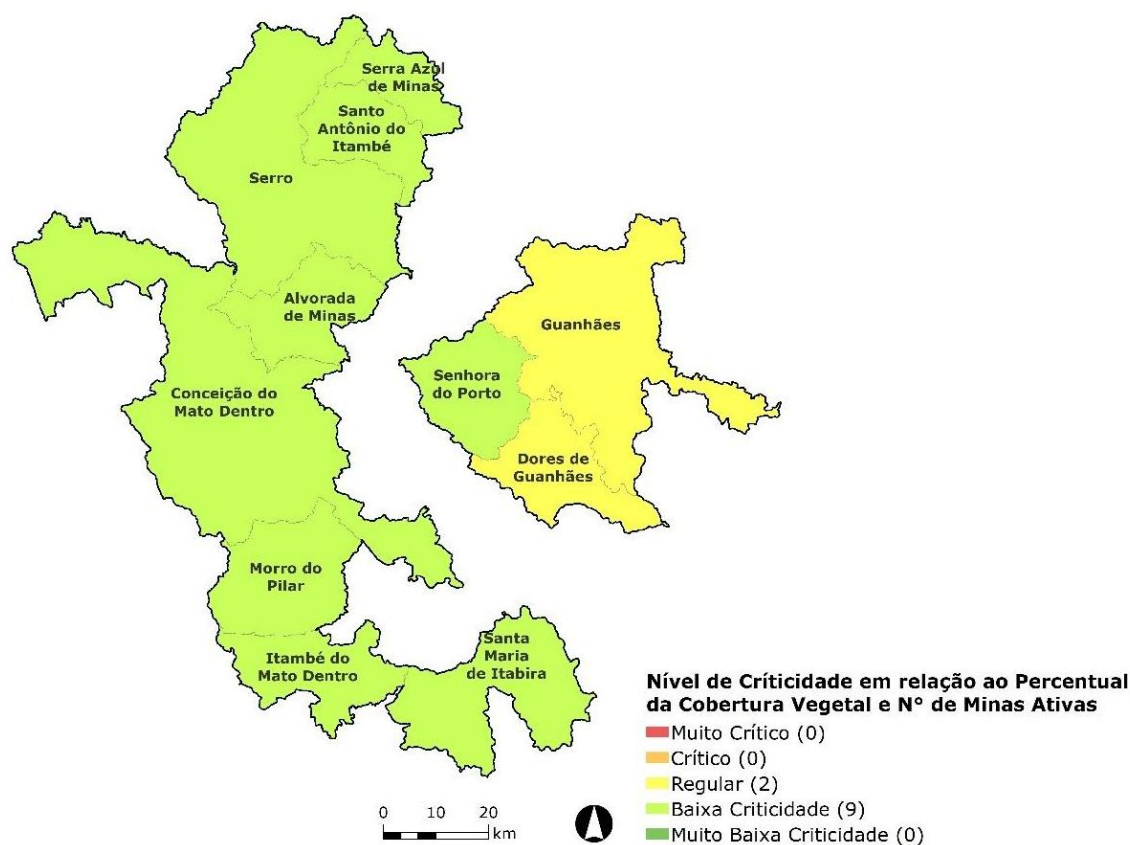
Levando em conta que a legislação ambiental prevê 20% de reserva legal em propriedades rurais e assumindo-se este percentual como o mínimo a ser mantido por município, observa-se que vários encontram-se com Baixa ou Muito Baixa cobertura de vegetação. Não se considera áreas de preservação permanente (APPs) e reservas legais devido à escala de trabalho.

A **Tabela 5-23** e **Figura 5-53** apresentam o número de municípios da BLSE por nível de criticidade em relação ao percentual da cobertura vegetal e número de minas ativas.

Tabela 5-23 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas na BLSE até 2021

Classificação quanto à cobertura vegetal	Número de Municípios
Muito Crítico (até 10%)	0
Crítico (10,1 até 20%)	0
Regular (20,1 até 30%)	2
Baixa Criticidade (30,1 até 50%)	9
Muito Baixa Criticidade (>50%)	0

Fonte: Cobertura Vegetal - IEF-MG (2009); MapBiomias (2022); e Minas Ativas - ANM (2022).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Figura 5-53 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas na BLSE até 2021

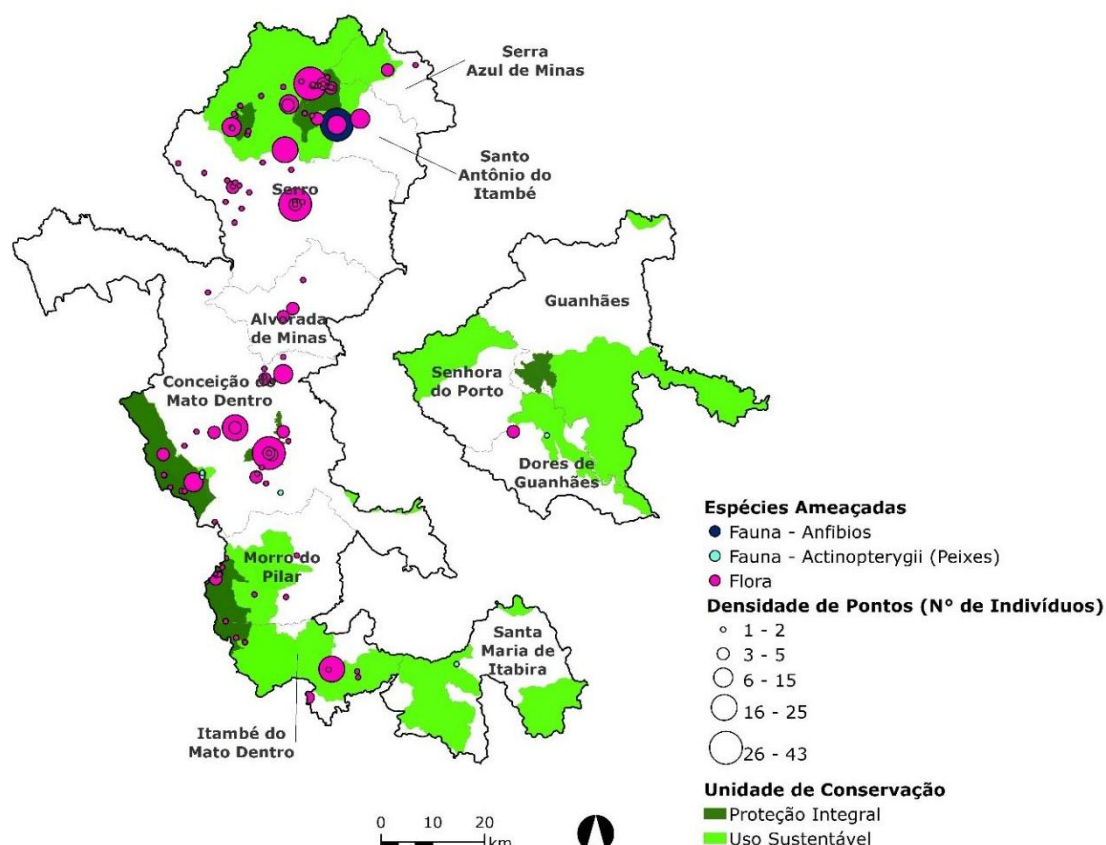
Elaboração: Tetra Mais (2024).

Minas ativas estão presentes em três dos 11 municípios, quais sejam, Conceição do Mato Dentro, Guanhães e Santa Maria de Itabira (ANM, 2022). Não se verificam diferenças fundamentais entre aqueles que têm presença de minas e os demais. Entre os que têm minas em seus territórios, apenas um município encontra-se com nível Regular de criticidade frente ao percentual de cobertura vegetal nativa (cerca de 20%). Também entre os municípios que não têm mineração, apenas um apresenta criticidade Regular.

5.1.4.2.3 Espécies da Flora e Fauna ameaçadas

Foram mapeados os pontos de ocorrência de espécies ameaçadas, sendo o maior número de registros referente à flora, o que reforça a importância da vegetação sobre afloramentos rochosos ferruginosos. Entre as espécies relacionadas, 32 são consideradas com algum grau de ameaça ou são endêmicas, sendo grande parte destes registros em UCs (**Figura 5-54**).

Figura 5-54 – Registros de espécies de flora e fauna ameaçadas de extinção na BLSE



Fonte: SPECIESLINK (2022) e INSTITUTO PRÍSTINO (2022).
Elaboração: Tetra Mais, 2023.

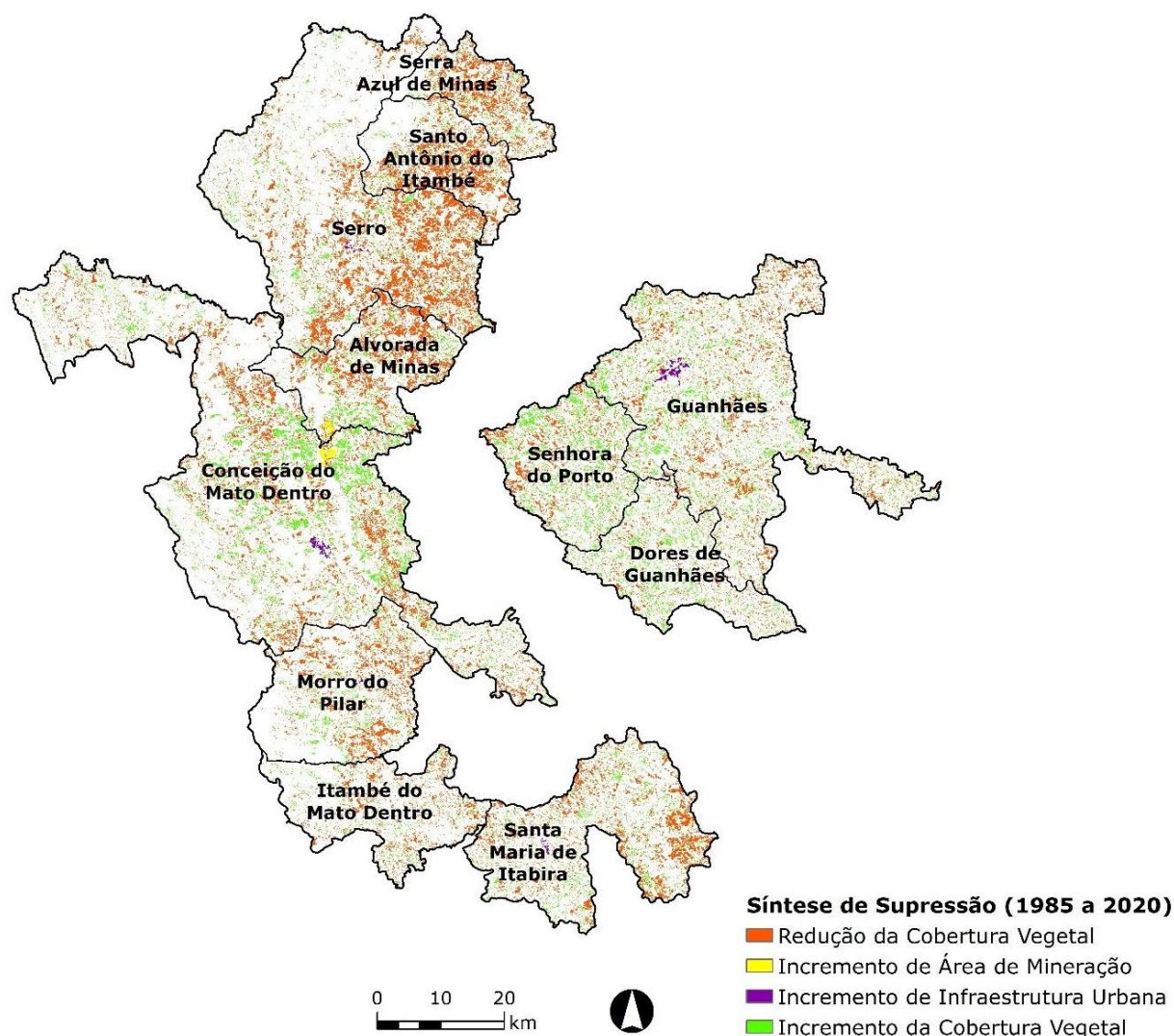
Embora ainda pouco conhecida, a amostra da biodiversidade da BLSE sugere a importância da vegetação existente, especialmente dos campos rupestres, e a necessidade de preservação de amostras representativas destes ambientes.

5.1.4.2.4 Pressões Antrópicas

A. Desmatamento

Os desmatamentos foram frequentes em todo o território, no período de 1985 a 2020, com expressiva concentração, após o ano 2000, a norte/nordeste do trecho oeste. Em Guanhães e Dolores de Guanhães, municípios com menores percentuais de cobertura vegetal, e Senhora do Porto, no trecho leste, assim como Santa Maria de Itabira, apresentam supressão de vegetação mais recente (**Figura 5-55**).

Figura 5-55 – Perdas e regeneração da cobertura de vegetação nativa - Período de 1985 a 2020 na BLSE



Fonte: Mapbiomas (2020).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

A avaliação da série histórica (1985 a 2020) aponta perdas expressivas de vegetação nativa a norte/nordeste. Já o balanço de perdas de cobertura e de regeneração mostra redução de florestas na área e forte incremento de agropecuária. Processos de regeneração da vegetação no território são mais evidentes, principalmente, no município de Conceição do Mato Dentro e, em menor escala, nos municípios da porção leste.

A mineração não se configura, até o momento, como fator preponderante de redução da cobertura vegetal desta área, sendo as perdas mais recentes em setores distantes dos trechos que, atualmente, têm a presença de mineração. Contudo, ao se analisar o histórico de expansão das áreas de mineração, observa-se aumento gradual a partir de 2015, especialmente em Conceição do Mato Dentro, município em que há mineração de ferro.

B. Queimadas

Série histórica de focos de queimada na área (INPE, 2022), abrangendo o período de 2017 a 2021, evidencia maior quantidade nos últimos anos, dispersos no território, porém mais concentrados nas áreas correspondentes aos campos rupestres, nos municípios do Serro, Conceição do Mato Dentro, Itambé do Mato Dentro e Morro do Pilar. Considerando apenas o ano de 2021, observa-se a alta concentração e maior intensidade de focos nos trechos onde prevalecem os campos rupestres, principalmente em Serro e Conceição do Mato Dentro.

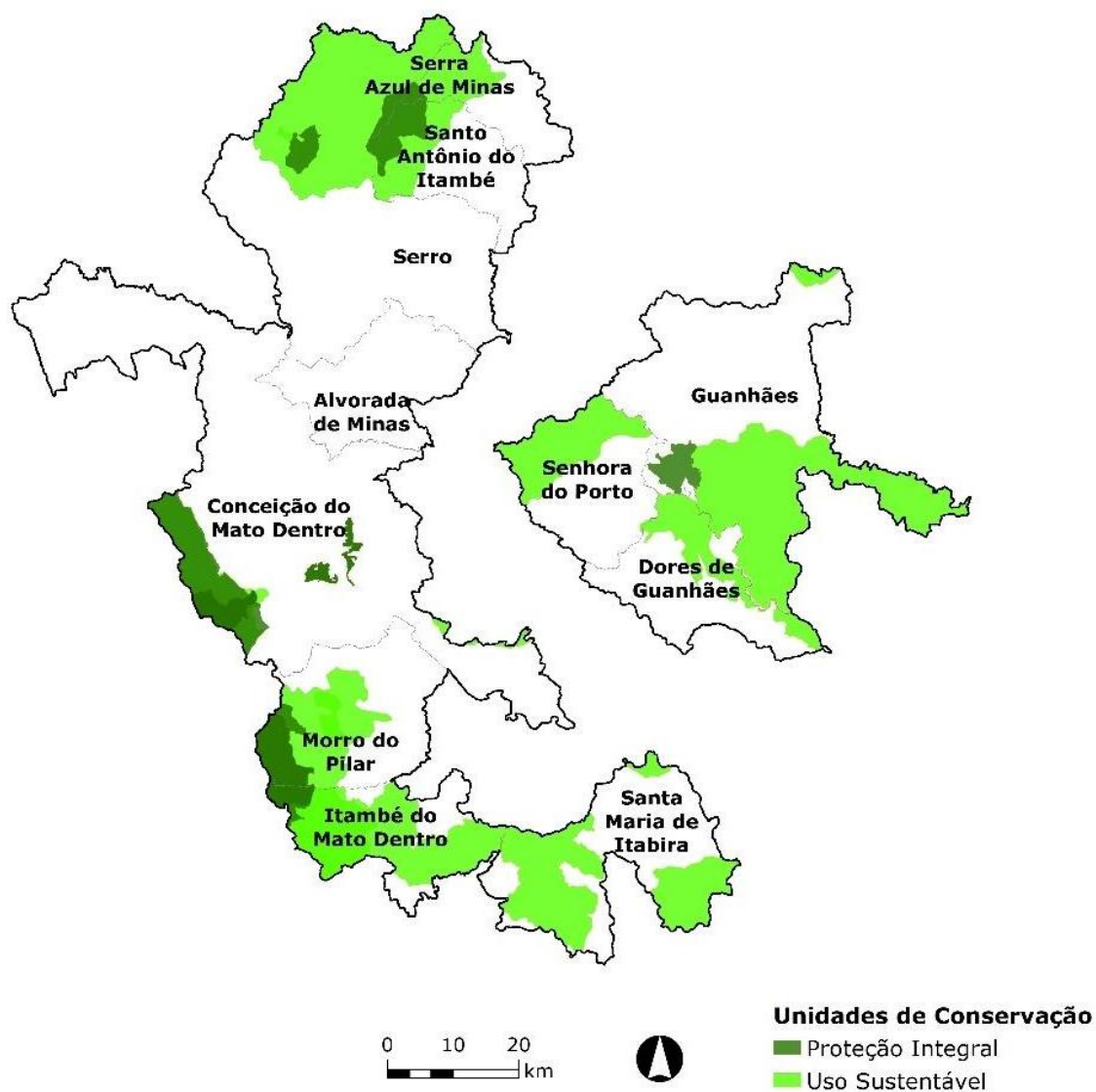
5.1.4.2.5 Áreas Protegidas

A. Unidades de Conservação (UCs)

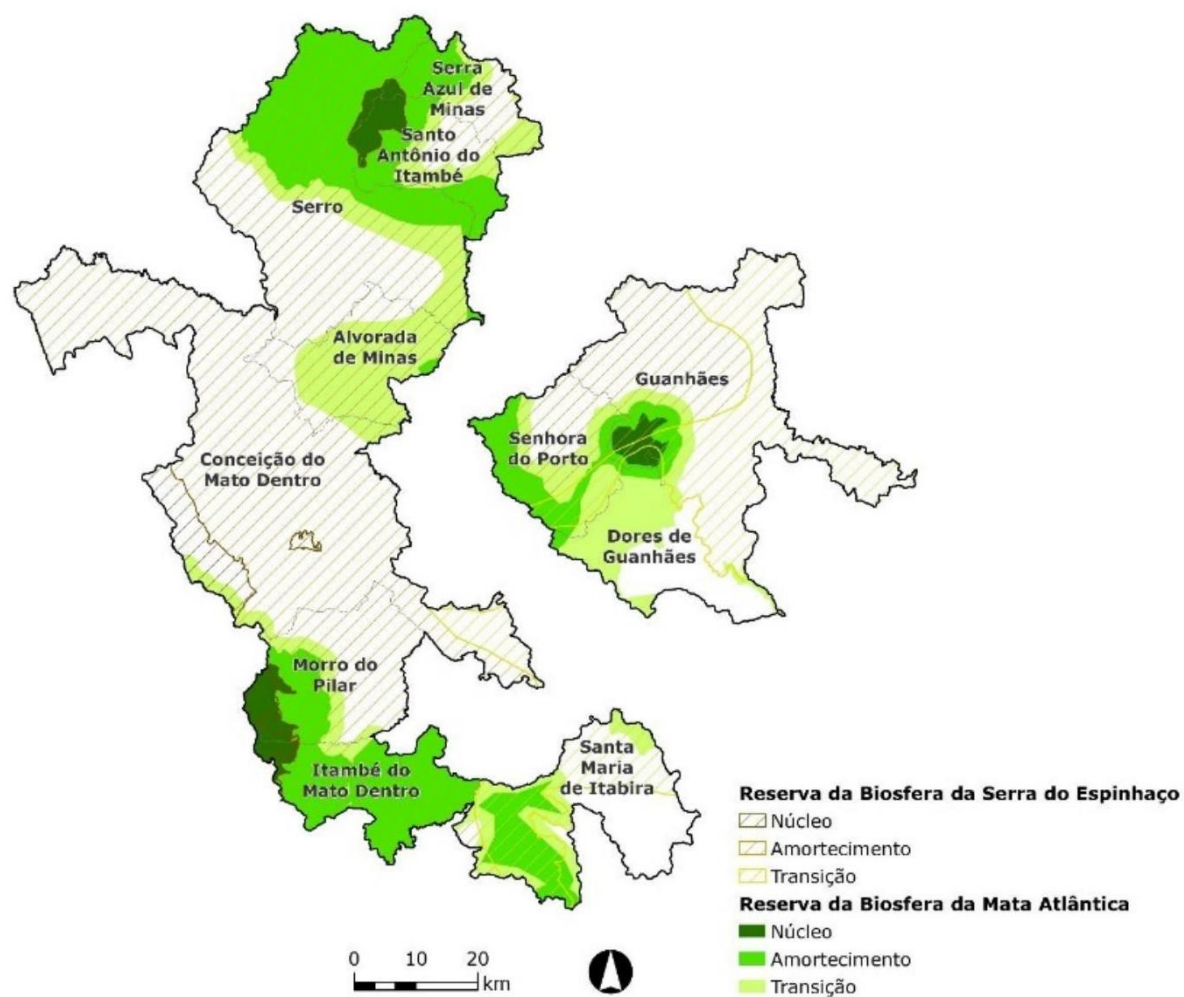
Há neste território dez UCs de proteção integral, sendo que Conceição do Mato Dentro (onde há atualmente atividade minerária de ferro) conta com as seguintes: Parque Natural Municipal (PNM) Ribeirão do Campo e PNM Serra do Intendente, ambos na APA Serra do Intendente, onde ocorrem extensos campos rupestres, além do PNM Salão de Pedras e Monumento Natural (MONAT) Municipal Serra da Ferrugem, que também protegem estes ambientes de canga ferruginosa (**Figura 5-56**).

Com relação às UCs de uso sustentável, tem-se como mais expressivas a APA Águas Vertentes e as APAs Municipais Serra do Intendente, Pedra Gaforina, Zabele e Córrego da Mata. A Reserva da Biosfera (RB) da Mata Atlântica estende-se até esta região e abarca parcialmente a AAb., sobrepondo-se em parte à Reserva da Biosfera Serra do Espinhaço, que também abrange parte desta área de abrangência (**Figura 5-57**).

Figura 5-56 – Unidades de Conservação no BLSE



Fonte: ICMBio/IEF (2022); IEF/MG (2022).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Figura 5-57 – Reservas da Biosfera na BLSE

Fonte: ICMBio/IEF (2022); IEF/MG (2022)
Elaboração: Tetra Mais (2023).

B. Cavernas Naturais

Sobressaem-se nesta AAb regiões com Baixo e Médio potencial de formação de cavernas, enquanto a classificação Muito Alto representa a menor parte do território, com destaque para a região de Morro do Pilar, Conceição do Mato Dentro, Alvorada de Minas e Serro, na face leste da Serra do Espinhaço Meridional.

Nesta AAb há registro de 505 cavernas naturais (CECAV-ICMBio 2022), sendo 500 integralmente dentro do território e cinco com seu raio de proteção de 250 m dentro dos limites territoriais da BLSE. Quando correlacionadas à atividade minerária, 36% estão localizadas em áreas de Concessão de Lavra e 32% em áreas com requerimento de lavra de minério de ferro. A ocorrência de cavernas em Unidades de Conservação de Proteção Integral ou em sua zona de amortecimento equivale a 8% do total identificado (**Figura 5-58**).

Figura 5-58 – Cavernas registradas e potencial espeleológico da BLSE e relação com processos minerários em fase final



Fonte: ICMBio/IEF (2022); IEF/MG (2022); ICMBio (2022); ANM (2022).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Destaca-se, em relação ao potencial de ocorrência e ao número de cavernas registradas, o município de Conceição do Mato Dentro, com 275 cavernas, e Morro do Pilar, com 118 cavernas.

5.1.4.2.6 Processos Minerários e UCs

Ao avaliar as UCs da BLSE onde há sobreposição de processos minerários, em fases iniciais e finais (ANM, 2022), nota-se que cerca de 6,4% das áreas sob proteção integral poderão vir a ser afetadas, bem como 7,6% das zonas de amortecimento de UCs. No que se refere às APAs, a depender do zoneamento estabelecido em Plano de Manejo, pode também haver risco de conflito (**Figura 5-59 e Figura 5-60**).

Figura 5-59 – Unidades de Conservação na BLSE e processos minerários em fase final

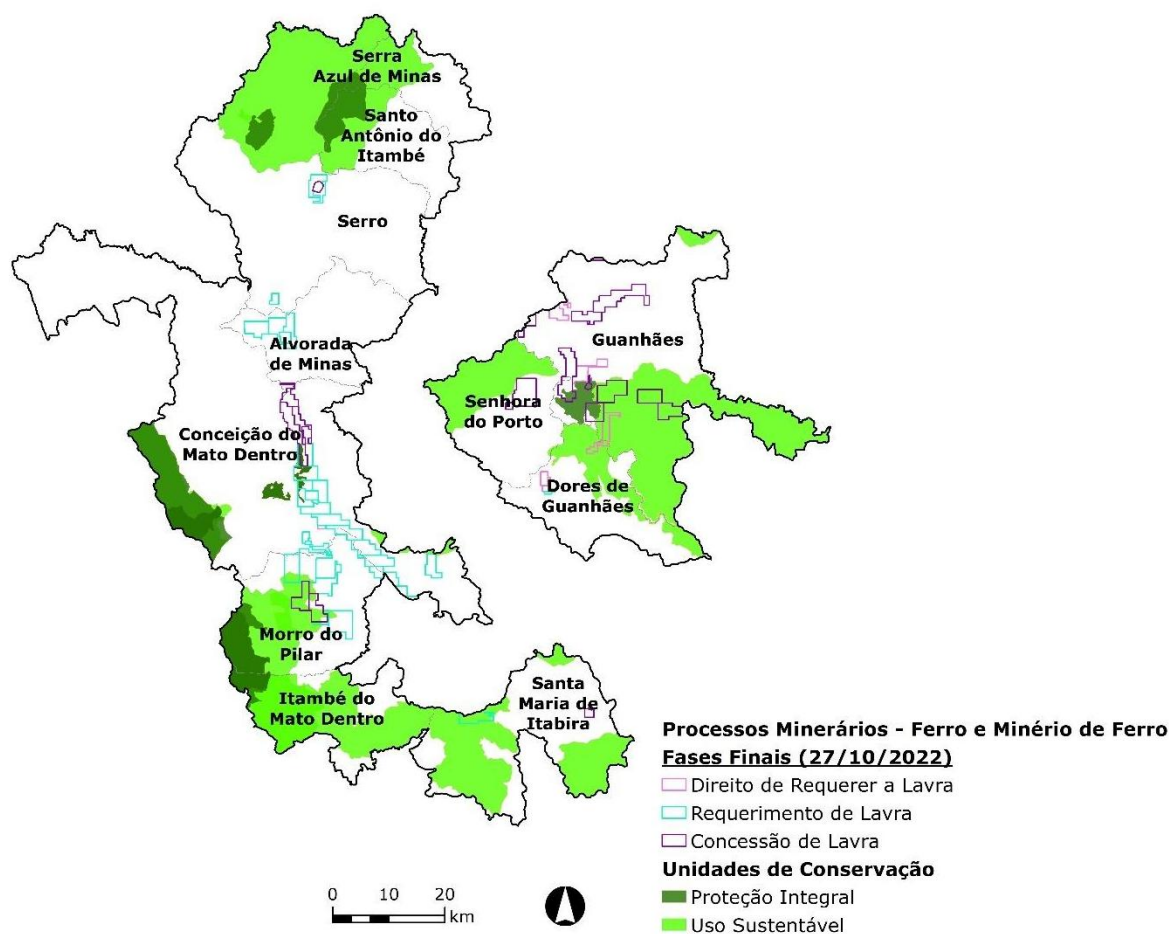
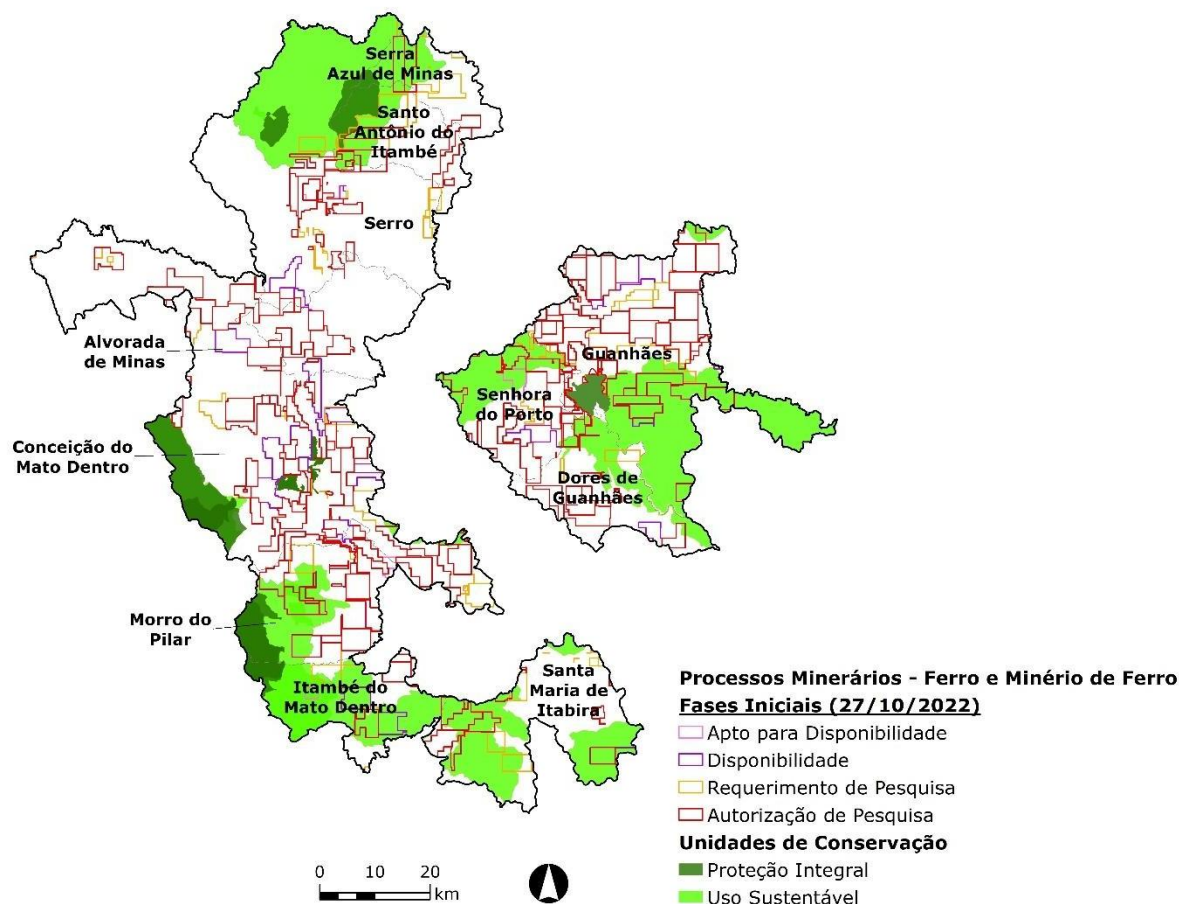
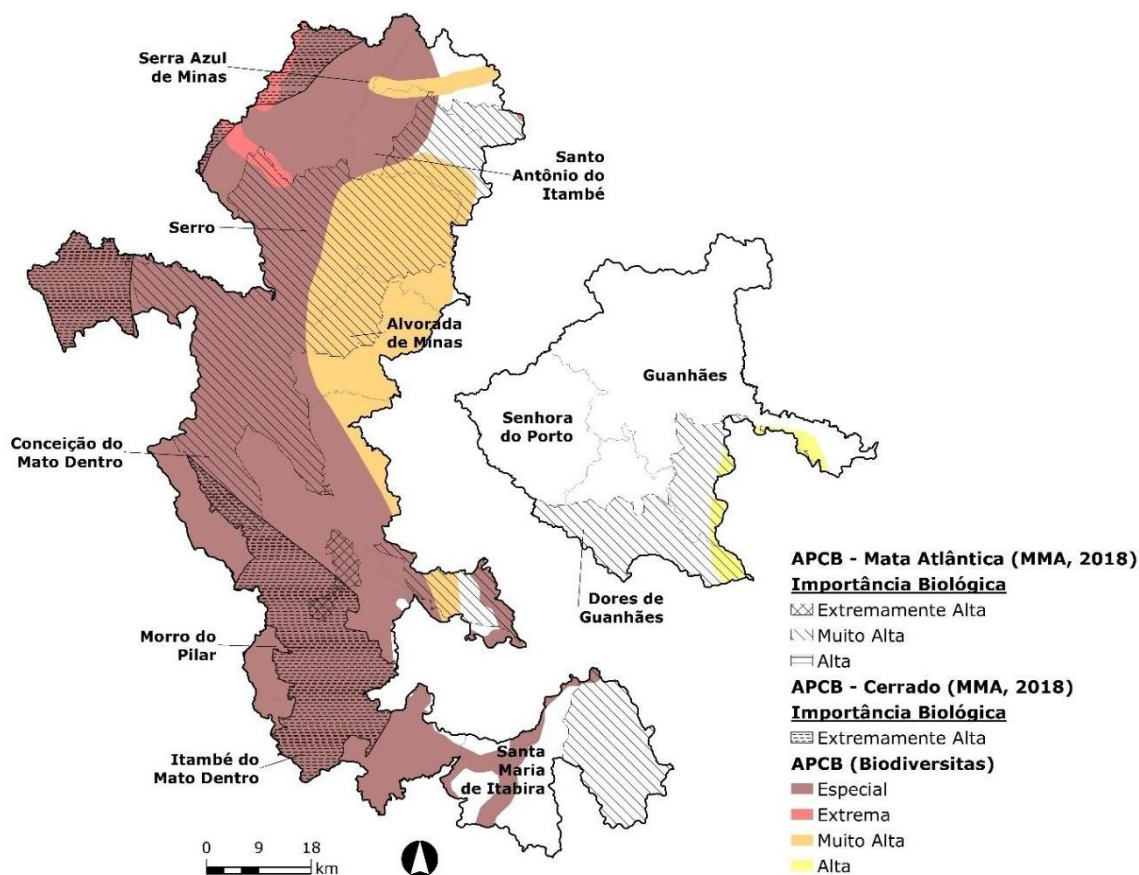


Figura 5-60 – Unidades de Conservação na BLSE e processos minerários em fases iniciais

Fonte: MMA (2022); IEF/MG (2022) e ANM (2022).
 Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.4.2.7 Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCBs)

As áreas com importância biológica Especial ocupam toda a porção oeste da BLSE, abrangendo os terrenos mais acidentados da borda da serra, marcados por campos rupestres. De maneira similar, no nível federal (MMA, IDE-SISEMA, 2018), os trechos marcados por extensos campos rupestres, a sul/sudoeste, são considerados de importância Extremamente Alta (**Figura 5-61**).

Figura 5-61 – APCBs da BLSE


Fonte: MMA (2018) e Biodiversitas/MG (2018).
 Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.4.2.8 Situação dos municípios frente à organização institucional e conservação ambiental

Para analisar a capacidade de gestão do meio ambiente dos municípios, realizou-se uma hierarquização por meio de indicadores relativos à organização institucional voltada à gestão ambiental e à conservação da biodiversidade. Como indicadores foram hierarquizados aspectos que se referem à:

- Organização Institucional – considerando presença de Secretaria do Meio Ambiente, Conselho do Meio Ambiente, Fundo de Meio Ambiente, Capacitações e Pagamento por Serviços Ambientais;
- Conservação Ambiental – considerando o percentual de Cobertura Vegetal e de Área em UCs de Proteção Integral, além de presença de UC de Proteção Integral instituída pelo município.

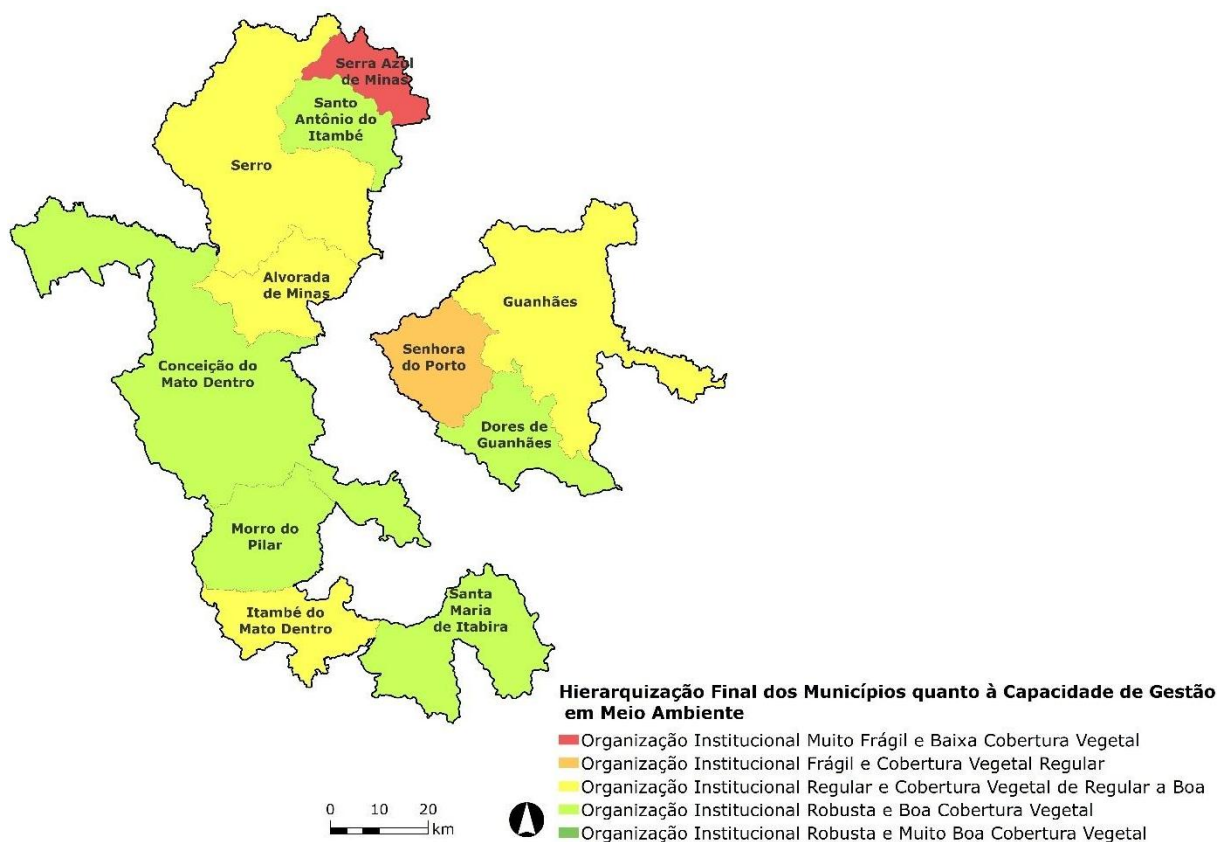
Tendo em vista a relevância dos atributos voltados para o Fundo de Meio Ambiente e a presença de UCs de Proteção Integral nos municípios, foi considerado, para ambos, peso 2 na pontuação (**Tabela 5-24 e Figura 5-62**).

Tabela 5-24 – Hierarquização final dos municípios da BLSE quanto à capacidade de gestão em meio ambiente

Classificação		Número de Municípios
Organização Institucional	Conservação Ambiental	
Muito Frágil, sem Secretaria de Meio ambiente ou em conjunto com outras, sem Fundo de Meio Ambiente, sem capacitações e ausência de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA	Baixa Cobertura Vegetal, sem representatividade em UC ou muito baixa representatividade. Sem UC municipal	1
Frágil, com Secretaria de Meio ambiente eventualmente em conjunto com outras, sem Fundo de Meio Ambiente e/ou capacitações e ausência de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA	Cobertura Vegetal Regular, pouca ou nenhuma representatividade em UC. Sem UC municipal	1
Regular com Secretaria de Meio ambiente em conjunto com outras, Fundo de Meio Ambiente eventualmente ausente e ausência de Pagamentos por Serviços Ambientais - PSA	Cobertura Vegetal Variável, variando de regular a boa, baixa representatividade em UCs e eventual presença de UC municipal	4
Robusta, tem Secretaria de Meio Ambiente, Conselho e Fundo de Meio Ambiente, geralmente com Pagamento por Serviços Ambientais - PSA e capacitações nos últimos 4 anos	Boa Cobertura Vegetal, com UCs e eventual UC municipal	5

Elaboração: Tetra Mais, 2022.

Figura 5-62 – Hierarquização final dos municípios da BLSE quanto à capacidade de gestão em meio ambiente



Elaboração: Tetra Mais (2023).

Verifica-se novamente que há uma tendência de os municípios com cobertura vegetal expressiva e com parcelas de seus territórios preservados na forma de UCs de proteção integral se manterem com melhor capacidade de gestão. Entretanto, quando a organização institucional é muito baixa, caso de Serra Azul de Minas e Senhora do Porto, a classificação tende a ser rebaixada, sinalizando possíveis riscos para a conservação da biodiversidade. De fato, observam-se processos de supressão de vegetação bastante expressivos nestes municípios, assim como focos de calor também expressivos.

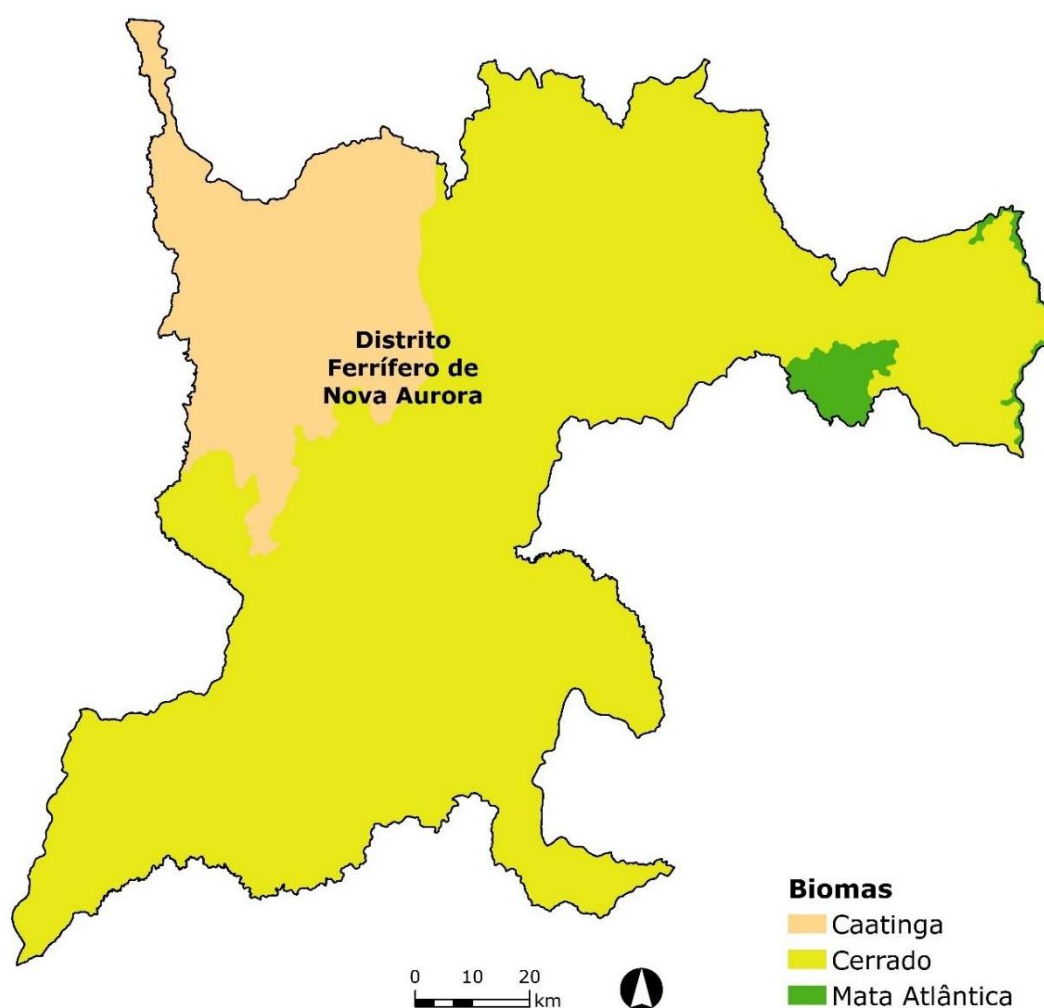
Por outro lado, Dorcas de Guanhães, em que pese a menor cobertura de vegetação e baixa proteção ambiental na forma de UCs, apresenta-se mais fortalecido institucionalmente. Em se mantendo este fortalecimento, muito provavelmente isto se refletirá, no médio e no longo prazo, em ganhos em termos de conservação e recuperação ambiental.

5.1.4.3 Distrito Ferrífero de Nova Aurora (DFNA)

5.1.4.3.1 Inserção Biogeográfica

Três biomas caracterizam o DFNA, quais sejam, Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, com extensa faixa de transição e contato em combinações fitográficas e ecológicas únicas (AB´Saber, 2003 *apud* Moura, 2012), conforme mostrado na **Figura 5-63**.

Figura 5-63 – Biomas Cerrado e Mata Atlântica no DFNA



Fonte: IDE-MG/IBGE (2020).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

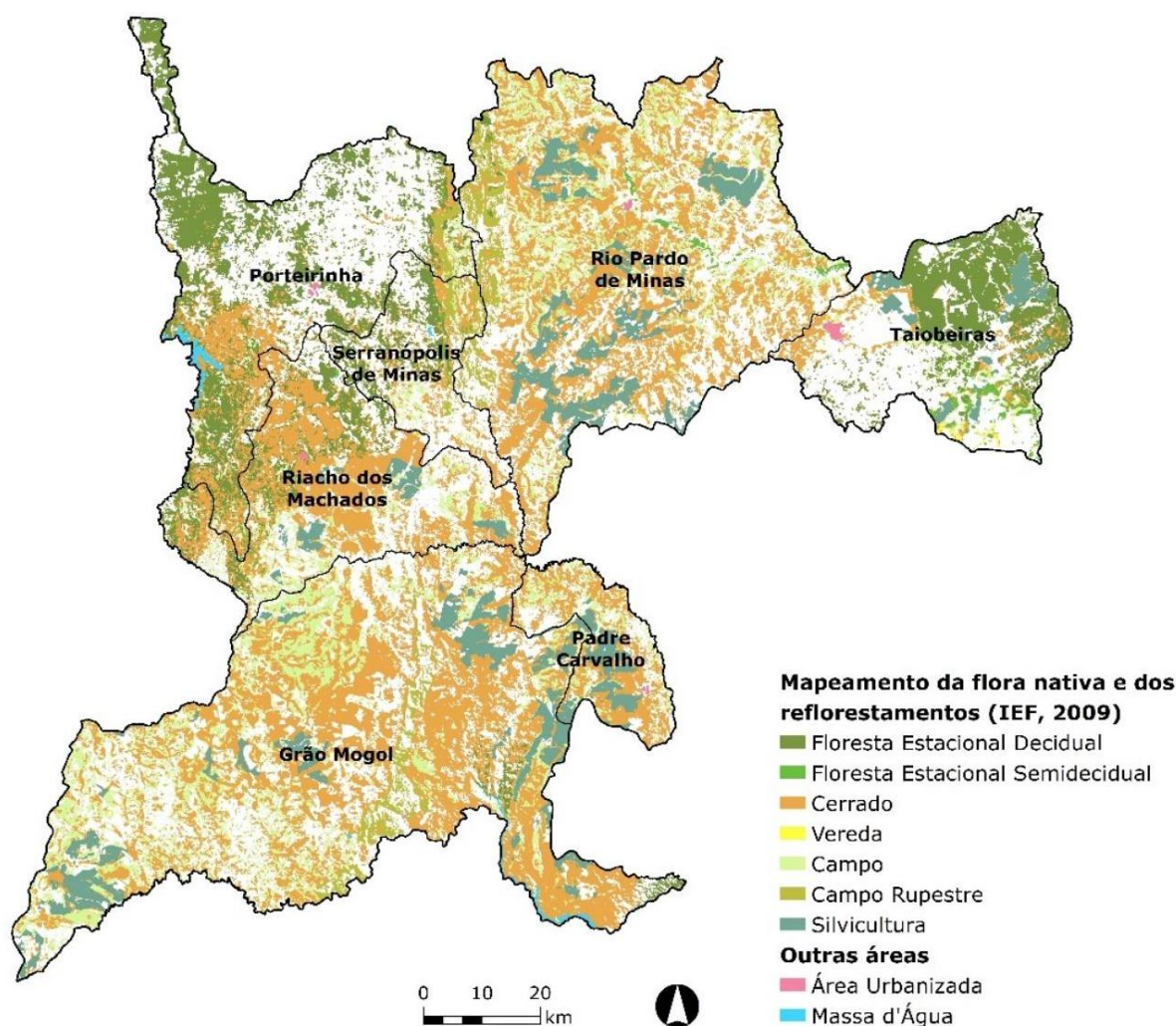
Observa-se grande heterogeneidade ambiental, associada ao relevo acidentado da serra do Espinhaço. São peculiares nesta região formações de transição entre caatinga, cerrado e floresta estacional decidual, por vezes de difícil classificação, de modo geral manejadas há séculos pelas comunidades locais.

5.1.4.3.2 Vegetação

A vegetação nativa, conforme observado na **Figura 5-64**, ocupa cerca de 61% de seu território. Prevaecem formações savânicas (campos cerrados e cerrados), em aproximadamente 32% da área, seguidas de campos e de florestas estacionais decíduas, com cerca de 10% cada. Campos rupestres ocorrem em pequenas extensões, ocupando aproximadamente 2% da área, assim como florestas estacionais semidecíduas (5,5%) e veredas (0,15%), formação característica de cerrados.

Nos últimos dois séculos, as florestas foram reduzidas a fragmentos, com perturbações decorrentes da agricultura, silvicultura, pastagens e exploração de calcário. A silvicultura forma extensas manchas, determinando fragmentação da paisagem de cerrados e campos (Gonçalves, 2015).

Figura 5-64 – Cobertura Vegetal do DFNA



Fonte: IEF-MG (2009).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Levando em conta que a legislação ambiental prevê 20% de reserva legal em propriedades rurais e assumindo-se este percentual como o mínimo a ser mantido por município, observa-se que vários encontram-se com Baixa ou Muito Baixa cobertura de vegetação. Não se considerou áreas de preservação permanente (APPs) e reservas legais devido à escala de trabalho.

Embora bastante antropizada, a cobertura vegetal nativa desta área ocupa percentual que pode ser considerado bom ou muito bom, levando-se em conta o que prevê a legislação ambiental. Nenhum município apresenta menos de 40% de seu território desprovido de cobertura vegetal natural.

Importante salientar que a mesorregião norte, de MG, onde se insere o DFNA, foi reconhecida pelo Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos efeitos da Seca (PAN – BRASIL) no ano de 2004, como uma área susceptível à desertificação. A região integra parcialmente o semiárido brasileiro, apresenta baixo índice pluviométrico, distribuição irregular de chuvas e longos períodos de seca (Marques et al, 2017).

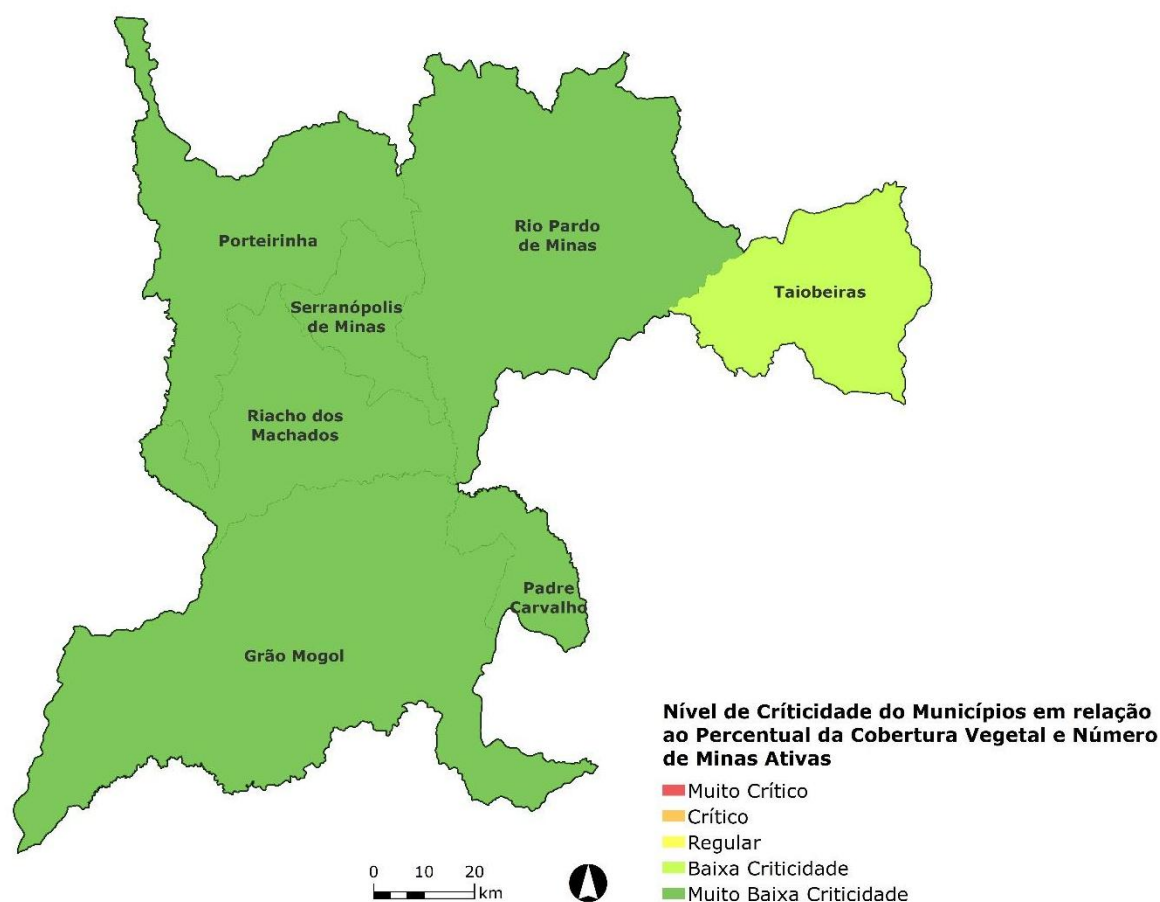
A **Tabela 5-25** e a **Figura 5-65** apresenta o número de municípios no DFNA por nível de criticidade em relação ao percentual da cobertura vegetal e número de minas ativas.

Tabela 5-25 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas no DFNA até 2021

Classificação quanto à cobertura vegetal	Número de Municípios
Muito Crítico (até 10%)	0
Crítico (10,1 até 20%)	0
Regular (20,1 até 30%)	0
Baixa Criticidade (30,1 até 50%)	1
Muito Baixa Criticidade (>50%)	6

Fonte: Cobertura Vegetal - IEF-MG (2009); MapBiomass (2022); e Minas Ativas - ANM (2022).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

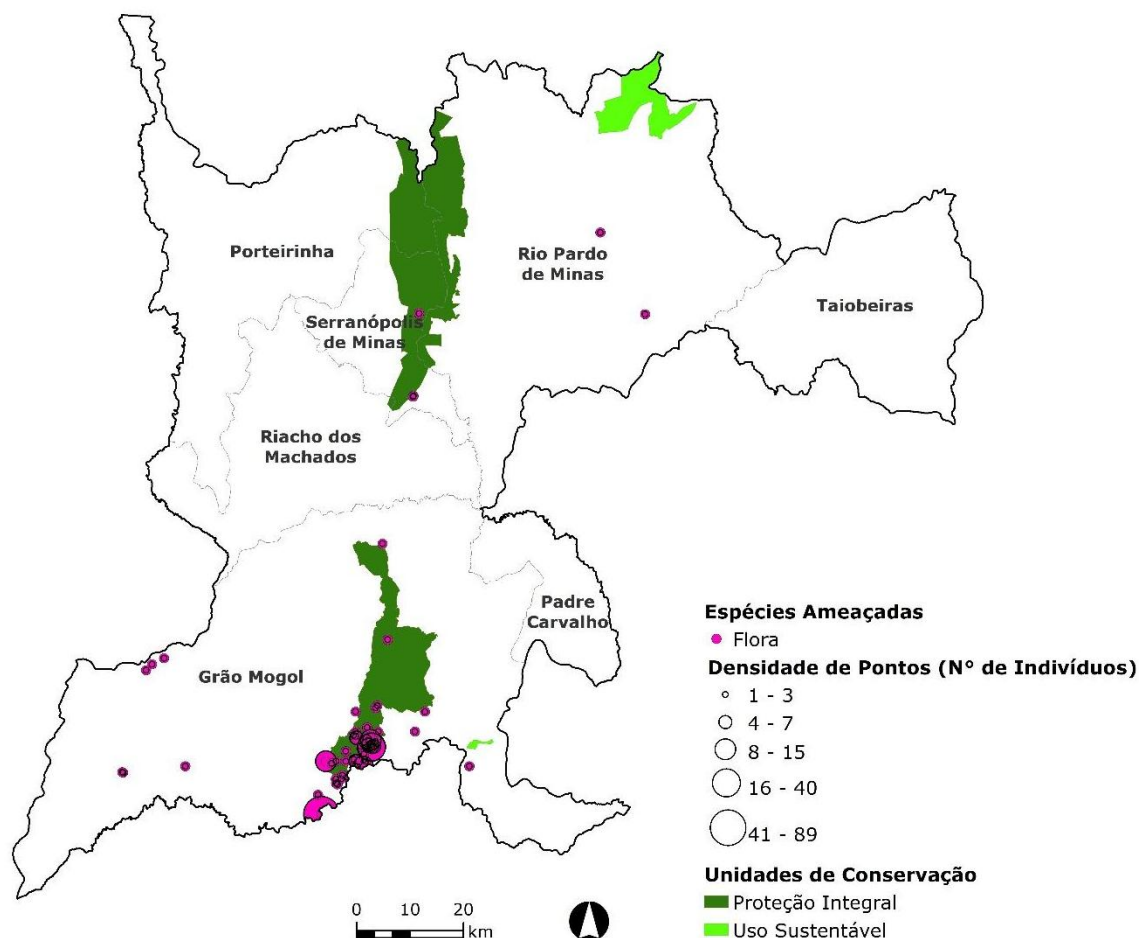
Figura 5-65 – Municípios por Nível de Criticidade em Relação ao Percentual de Cobertura Vegetal e Número de Minas Ativas no DFNA até 2021



5.1.4.3.3 Espécies da Flora e Fauna ameaçadas

Os registros para a região apontam 58 representantes da flora com algum grau de ameaça (*Specieslink*, 2022). É o caso de *Discocactus horstii* (Buining & Brederoo) (Cactaceae), com ocorrência restrita a campos rupestres do bioma Cerrado. A espécie foi alvo de intenso extrativismo no passado e, embora presente em unidade de conservação - o Parque Estadual de Grão Mogol - a ocorrência limitada a torna vulnerável à extinção. Cita-se ainda *Trembleya hatschbachii* (Wurdack & E.Martins) (Melastomataceae), também endêmica dos campos rupestres da Serra de Grão Mogol, na Serra do Espinhaço (MG) (CNCFLORA, 2022).

Estes exemplos ilustram a importância dos campos rupestres na manutenção da biodiversidade de uma flora altamente especializada e de distribuição restrita a afloramentos rochosos e cangas lateríticas (**Figura 5-66**).

Figura 5-66 – Registros de espécies de flora e fauna ameaçadas de extinção no DFNA

Fonte: SPECIESLINK (2022) e INSTITUTO PRÍSTINO (2022).

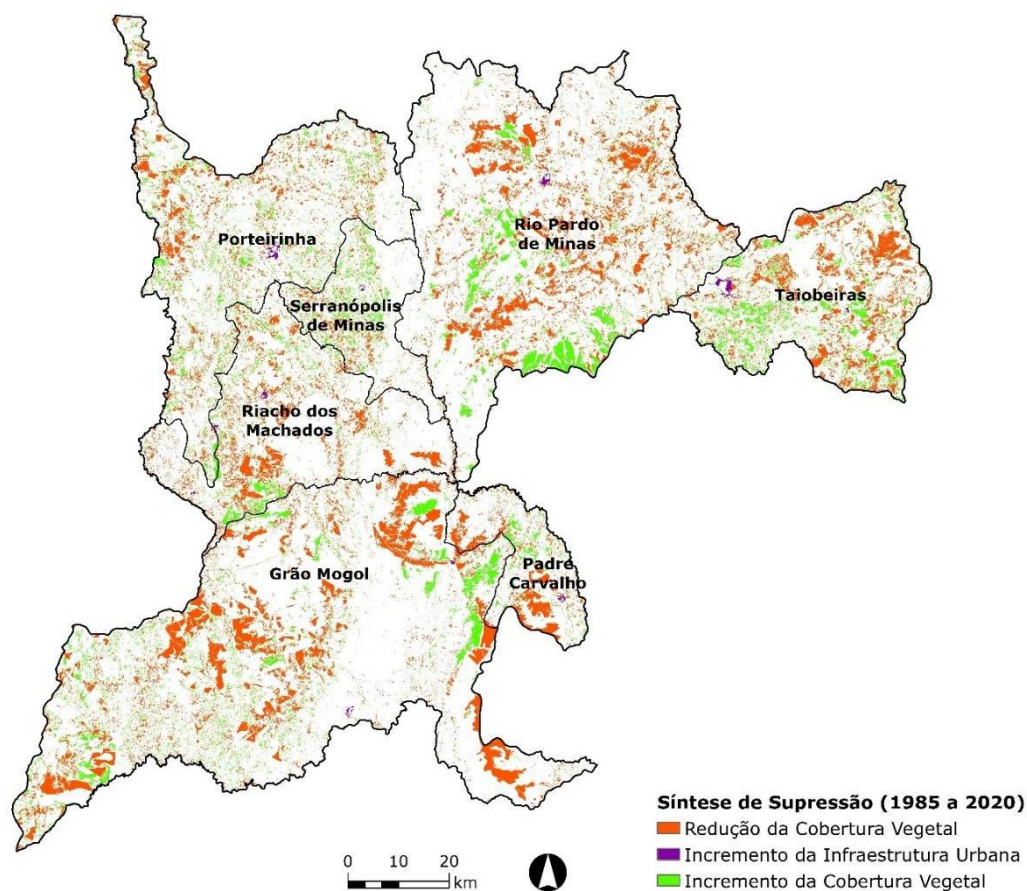
Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.4.3.4 Pressões Antrópicas

A. Desmatamento

A série histórica (1985 a 2020) da cobertura vegetal (Mapbiomas, 2021) aponta perdas graduais de vegetação nativa mais evidentes entre 1985 e 1995 (Taiobeiras, Rio Pardo de Minas, Riacho dos Machados, Grão Mogol e Padre Carvalho) e, novamente, entre 2005 e 2015. Desmatamentos mais recentes, dispersos no território, assumem maior expressão em Grão Mogol, Taiobeiras e Rio Pardo de Minas. Observa-se, também, a expansão da agropecuária no território (**Figura 5-67**).

Figura 5-67 – Perdas e Regeneração de Cobertura de Vegetação Nativa - Período de 1985 a 2020 no DFNA



Fonte: Mapbiomas (2020).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Evidencia-se a redução gradativa de florestas, com perda da ordem de 10% do total observado no início da série histórica. A vegetação não florestal foi reduzida em torno de 4,5%, verificando-se o aumento de cerca de 30% da atividade agropecuária. Observam-se, portanto, perdas expressivas de vegetação nativa neste período em grande parte do território da AAb, embora ocorra também regeneração da vegetação no território, de forma mais expressiva em Taiobeiras e Rio Pardo de Minas, e no limite de Grão Mogol com Padre Carvalho.

B. Queimadas

Série histórica de focos de calor ou de queimada no DFNA (INPE, 2022), abrangendo o período de 2017 a 2020, evidencia maior frequência na porção norte da área, em formações florestais decíduas. Focos em anos mais recentes concentram-se fortemente na área central do município de Riacho dos Machados e, em menor escala em Rio Pardo de Minas e Taiobeiras, sugerindo correspondência com os reflorestamentos ali presentes. Focos de queimadas também são registrados em campos rupestres presentes em Grão Mogol, porém com menor intensidade comparativamente com as outras AAb.

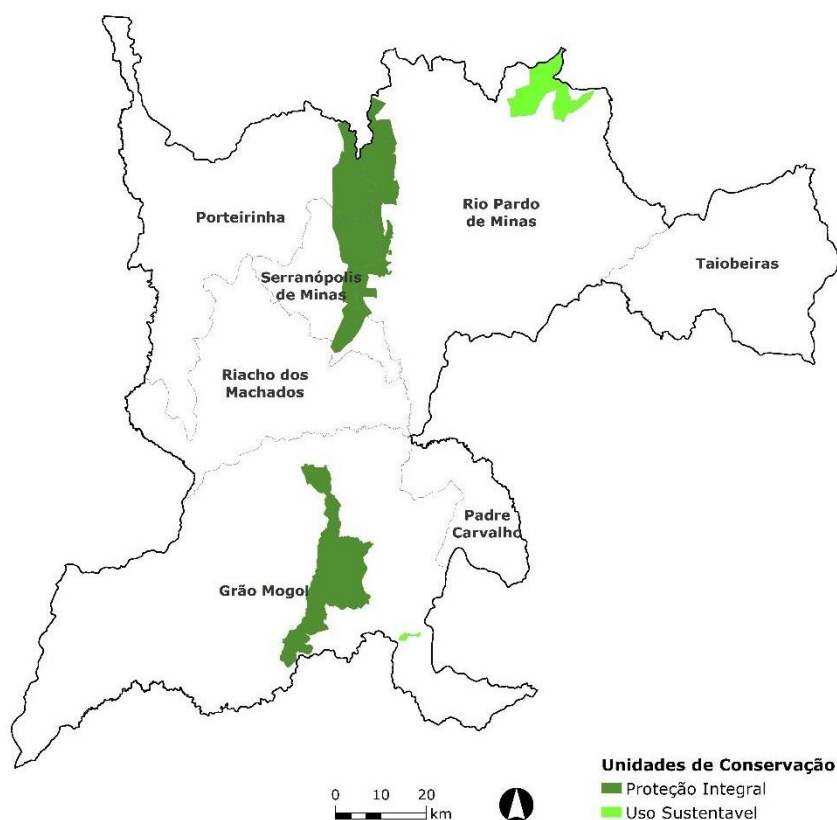
5.1.4.3.5 Áreas Protegidas

A. Unidades de Conservação (UCs)

Três UCs estão delimitadas parcial ou integralmente na região, sendo uma de uso sustentável, qual seja, Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Federal Nascentes Geraizeiras, que abarca parcela do município de Rio Pardo de Minas, em sua porção norte. As duas outras importantes UCs são de Proteção Integral, sendo o Parque Estadual Serra Nova e Talhado, que protege o mosaico de formações florestais decíduas, savânicas (cerrados) e campestres, incluindo campos rupestres, e o Parque Estadual de Grão Mogol, no município de mesmo nome, que preserva importantes ocorrências de cerrado, campos e campos rupestres.

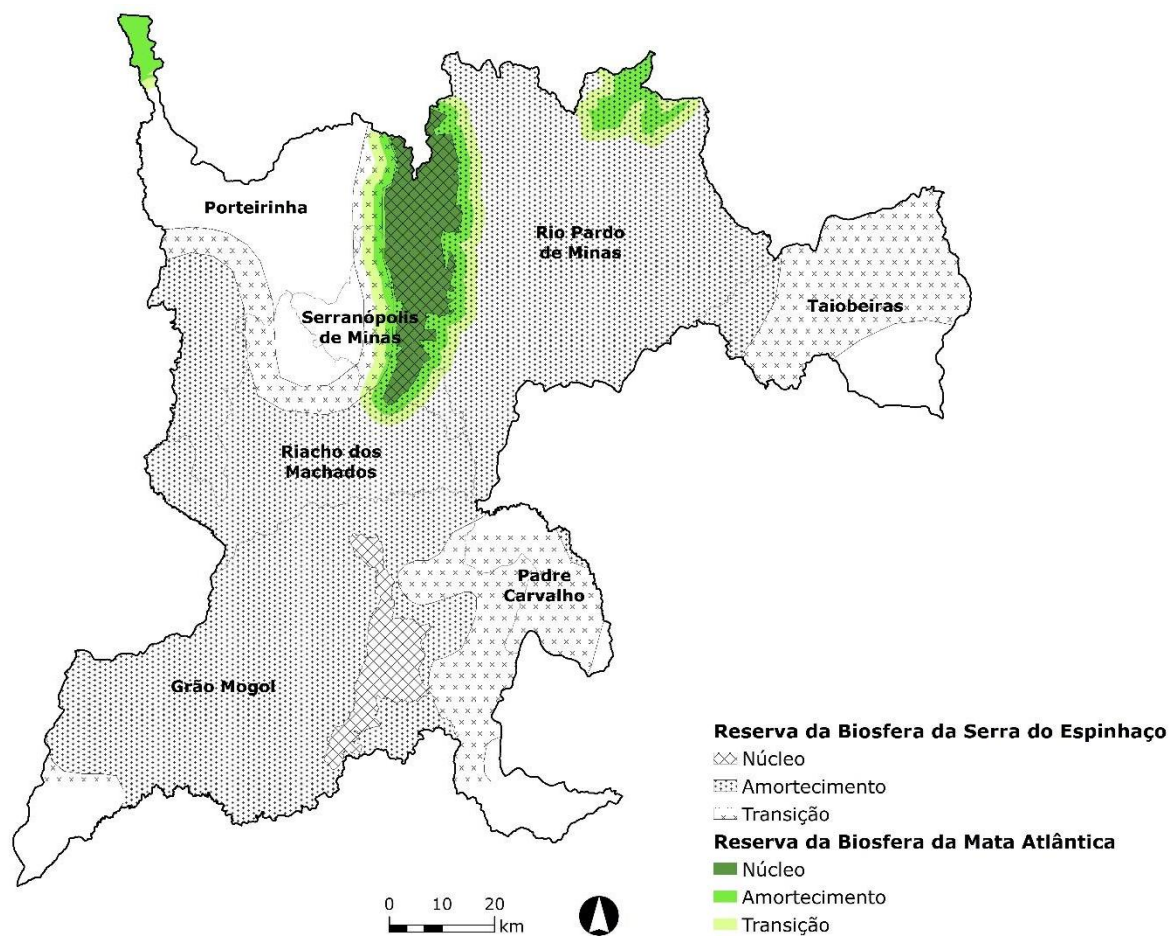
As Reservas da Biosfera (RB) da Mata Atlântica da Serra do Espinhaço se sobrepõem nesta área, abrangendo a maior parte deste território, notadamente como área de amortecimento e de transição, sendo as áreas nucleares coincidentes com as UCs (**Figura 5-68**).

Figura 5-68 – Unidades de Conservação no DFNA



Fonte: ICMBio/IEF (2022); IEF/MG (2022).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Figura 5-69 – Reservas da Biosfera DFNA



Fonte: ICMBio/IEF (2022); IEF/MG (2022).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

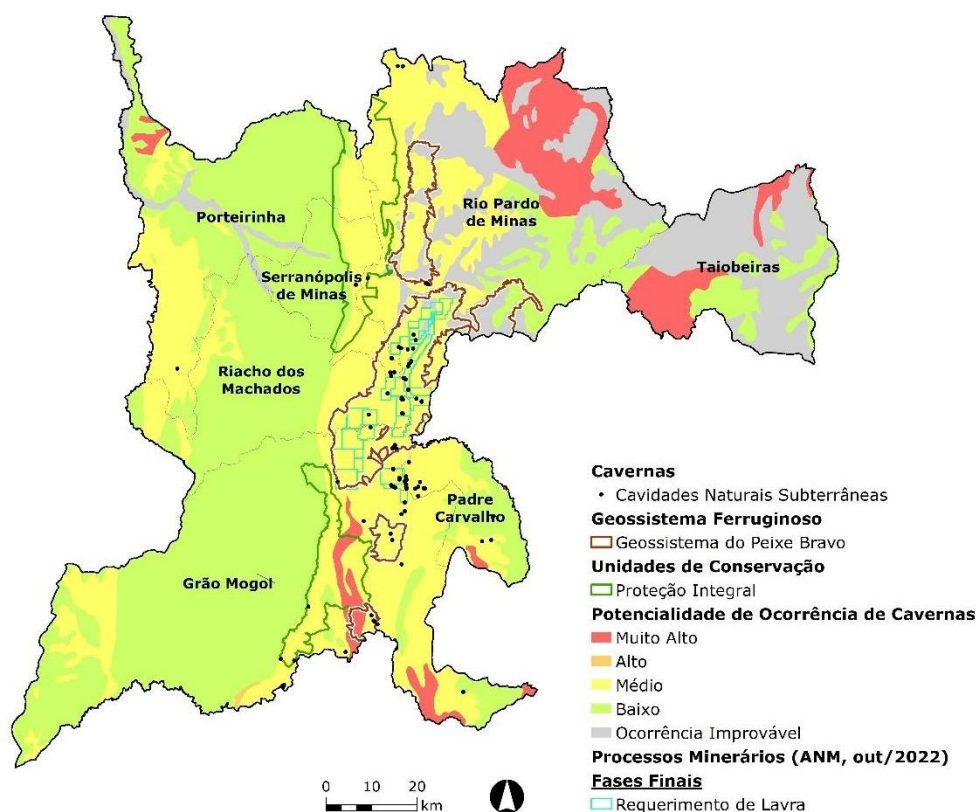
B. Cavidades Naturais

No geossistema ferruginoso do Peixe Bravo ocorre um importante sítio espeleológico, com dezenas, ou talvez centenas, de cavidades naturais que se encontram em bom estado de conservação (CARMO *et al.*, 2011 *apud* CARMO & KAMINO, 2017). Segundo dados do CECV (2012), no DFNA as áreas com Alto e Muito Alto potencial espeleológico somam cerca de 7%, e ocorrem especialmente nos municípios de Rio Pardo de Minas e Taiobeiras. No restante do território, predominam regiões com Baixo e Médiopotencial de formação de cavidades (45% e 33%, respectivamente) ou de Ocorrência Improvável (15%), com destaque para complexo geológico de coberturas cenozoicas na porção oeste do DFNA (**Figura 5-70**).

Considerando-se o raio de proteção de 250 m em relação ao limite territorial do DFNA, já foram registradas 128 cavidades naturais (ICMBio, 2022), sendo 45% delas localizadas em polígonos de requerimento de lavra.

Nas UCs de Proteção Integral ou em suas zonas de amortecimento foram registradas cinco cavidades, correspondendo a 4% do total.

Figura 5-70 – Cavidades registradas e potencial espeleológico do DFNA e relação com processos minerários em fase final



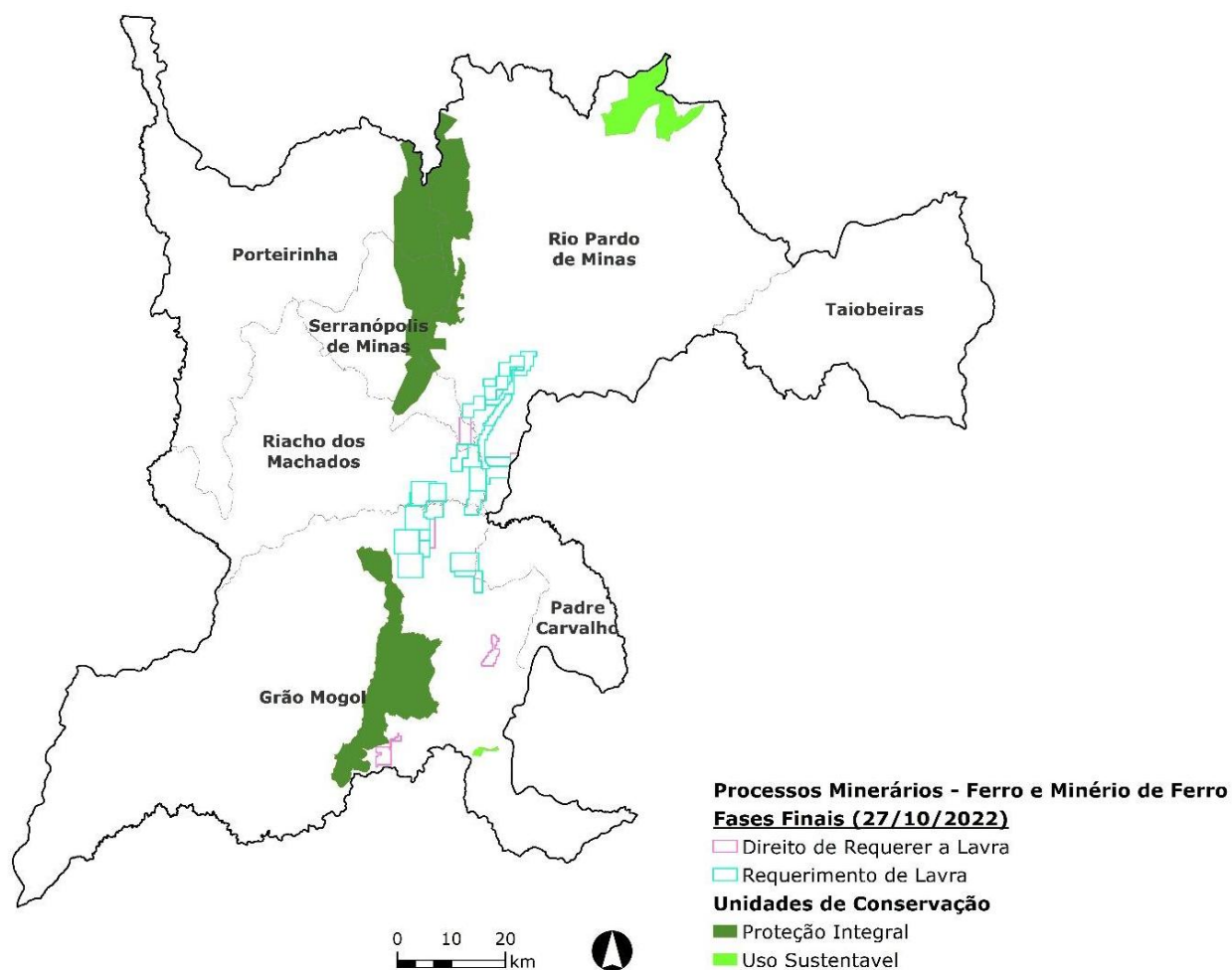
Fonte: ICMBio/IEF (2022); IEF/MG (2022); ICMBio (2022); ANM (2022).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

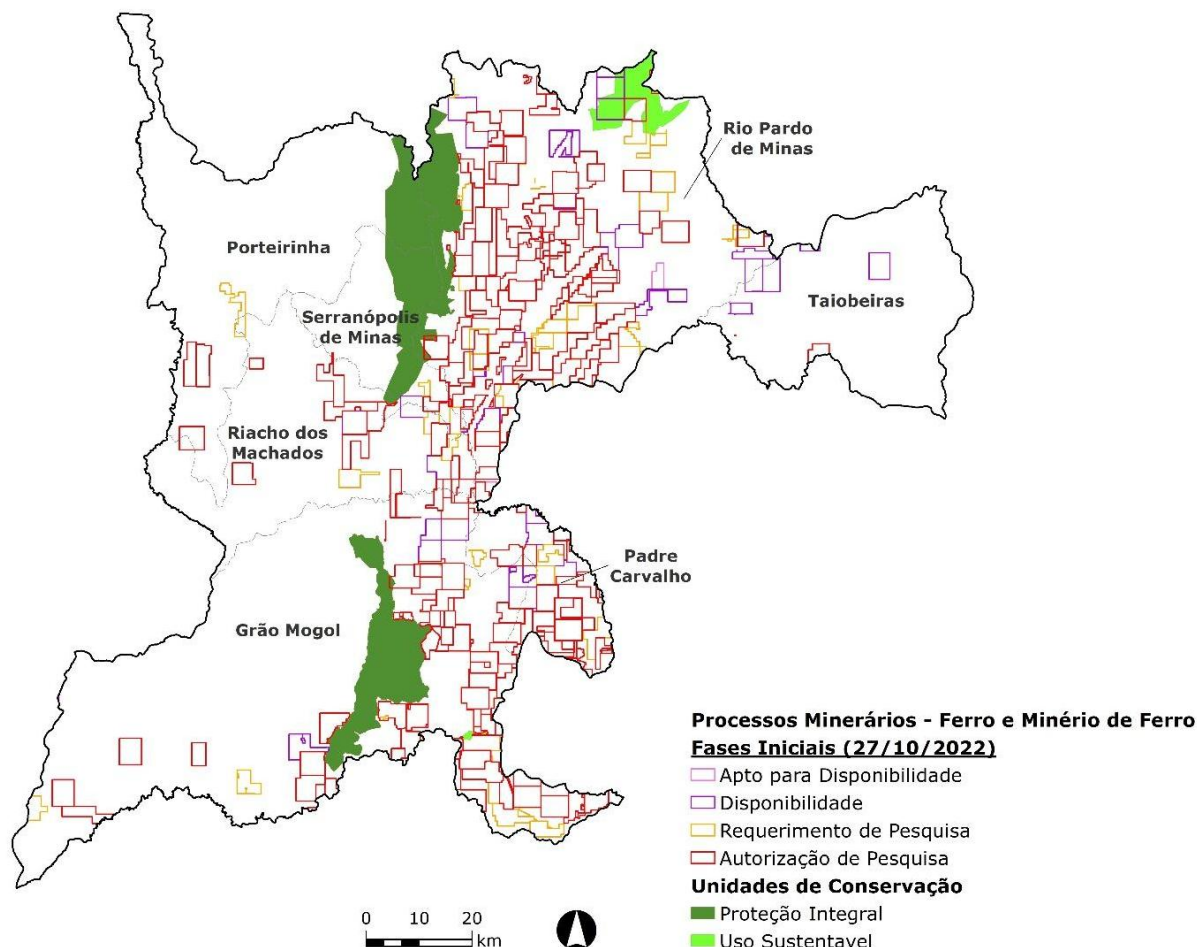
5.1.4.3.6 Processos Minerários e UCs

No DFNA, há uma série de processos minerários em estágio final de licenciamento, ou seja, com Requerimento de Lavra, bem como em fases iniciais, desde Disponibilidade até Requerimento e Autorização de Pesquisa (ANM, 2022), o que permite inferir que minas poderão vir a ser instaladas neste território. Nenhum processo existente incide no interior de UCs de Proteção Integral, mas alguns estão presentes em seu entorno imediato (zonas de amortecimento), conforme apresentado nas **Figura 5-71** e **Figura 5-72**.

Figura 5-71 – Unidades de Conservação DFNA e processos minerários em fase final



Fonte: MMA (2022); IEF/MG (2022) e ANM (2022).
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Figura 5-72 – Unidades de Conservação DFNA e processos minerários em fases iniciais

Fonte: MMA (2022); IEF/MG (2022) e ANM (2022).

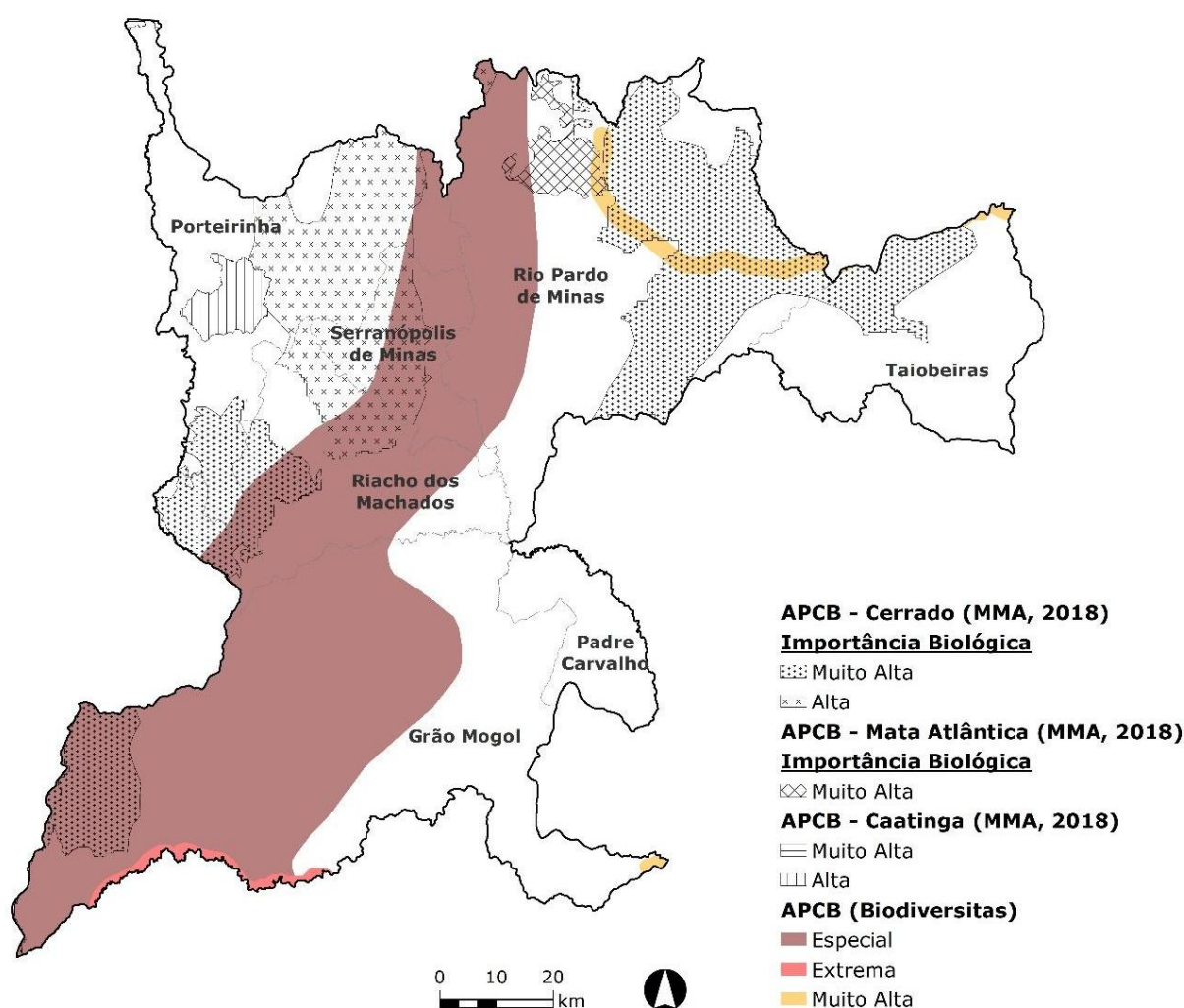
Elaboração: Tetra Mais (2023).

Processos em fases finais (**Figura 5-71**) concentram-se, de modo geral, na região de Grão Mogol, além de Riacho dos Machados e Rio Pardo de Minas. Ao examinar os processos em Disponibilidade e com Requerimento e Autorização de Pesquisa (**Figura 5-72**), estes estão associados à serra do Espinhaço, formando um contínuo de norte a sul. Também nessa área, alguns processos em fase inicial estão no limite com UCs de Proteção Integral ou até mesmo parcialmente dentro de seus limites, como é o caso do Parque Estadual (PE) Grão Mogol. Ressalta-se ainda processos minerários no interior da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Federal Nascentes Geraizeiras, conflitando com os objetivos desta UC de uso sustentável. A ruptura do contínuo de campos e campos rupestres em decorrência de futuras atividades de mineração, a redução de florestas estacionais decíduas e cerrados são fatores importantes a serem ponderados nas decisões de licenciamento ambiental e de proposição de compensações.

5.1.4.3.7 Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCBs)

Conforme indicado na **Figura 5-73**, extensas áreas são assinaladas como Prioritárias à Conservação da Biodiversidade (APCBs) no DFNA, com áreas de Especial Importância em grande parte do município de Grão Mogol, formando um contínuo similar ao dos processos minerários anteriormente apresentados, ou seja, há uma sobreposição parcial entre APCBs e processos minerários. Também em Rio Pardo de Minas e Taiobeiras, onde paisagens do bioma cerrado estão destacadas como de Alta e Muito Alta Importância pelo MMA (2022), coincidem com processos minerários em fases iniciais.

Figura 5-73 – APCBs no DFNA



Fonte: MMA (2018) e Biodiversitas/MG (2018).
 Elaboração: Tetra Mais (2023).

5.1.4.3.8 Situação dos municípios frente à organização institucional e conservação ambiental

Para analisar a capacidade de gestão do meio ambiente dos municípios, realizou-se uma hierarquização por meio de indicadores relativos à organização institucional voltada à gestão ambiental e à conservação da biodiversidade. Como indicadores foram hierarquizados aspectos que se referem à:

- Organização Institucional – considerando presença de Secretaria do Meio Ambiente, Conselho do Meio Ambiente, Fundo de Meio Ambiente, Capacitações e Pagamento por Serviços Ambientais;
- Conservação Ambiental – considerando o percentual de Cobertura Vegetal e de Área em UCs de Proteção Integral, além de presença de UC de Proteção Integral instituída pelo município.

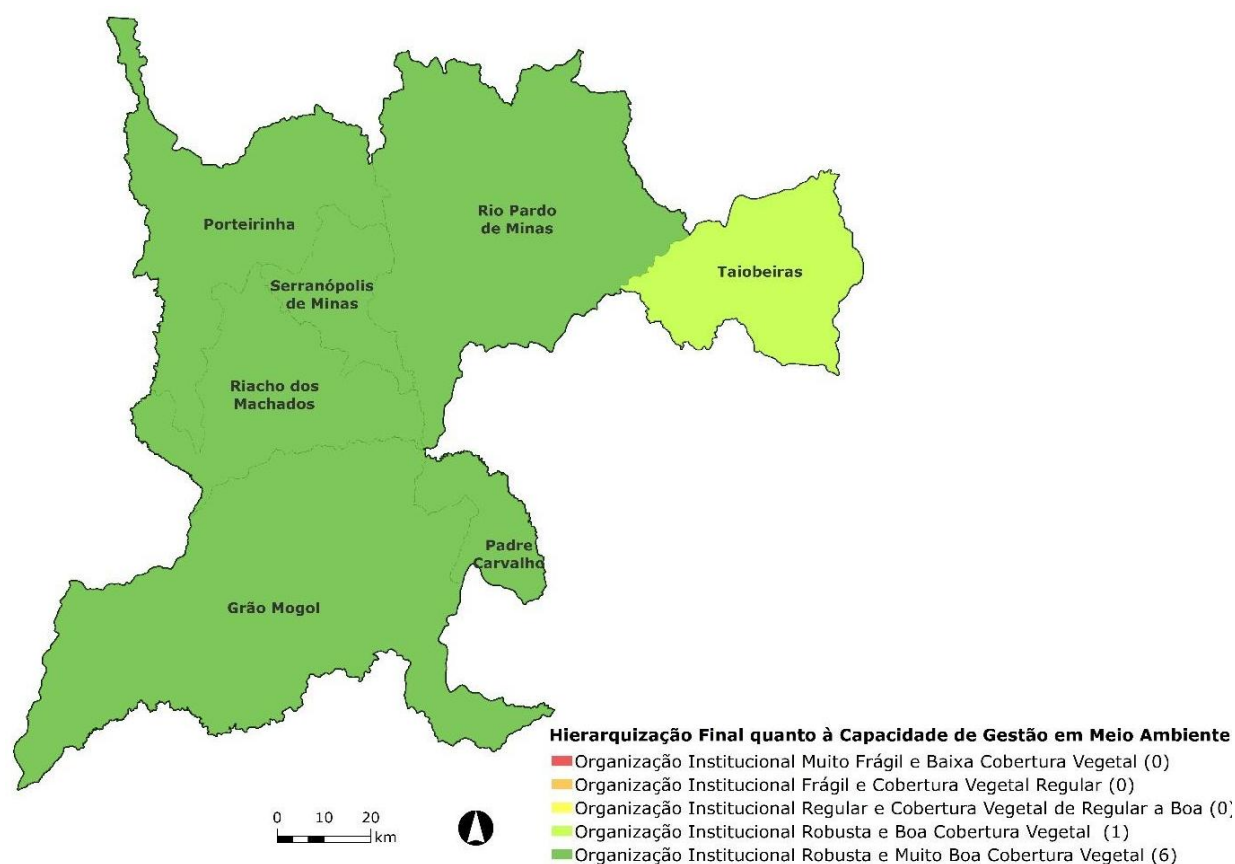
Tendo em vista a relevância dos atributos voltados para o Fundo de Meio Ambiente e a presença de UCs de Proteção Integral nos municípios, foi considerado, para ambos, peso 2 na pontuação (**Tabela 5-26** e **Figura 5-74**).

Tabela 5-26 – Hierarquização final dos municípios do DFNA quanto à capacidade de gestão em meio ambiente

Classificação		Número de Municípios
Organização Institucional	Conservação Ambiental	
Muito Frágil, sem Secretaria de Meio ambiente ou em conjunto com outras, sem Fundo de Meio Ambiente, sem capacitações e ausência de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA	Baixa Cobertura Vegetal, sem representatividade em UC ou muito baixa representatividade. Sem UC municipal	0
Frágil, com Secretaria de Meio ambiente eventualmente em conjunto com outras, sem Fundo de Meio Ambiente e/ou capacitações e ausência de Pagamento por Serviços Ambientais - PSA	Cobertura Vegetal Regular, pouca ou nenhuma representatividade em UC. Sem UC municipal	0
Regular com Secretaria de Meio ambiente em conjunto com outras, Fundo de Meio Ambiente eventualmente ausente e ausência de Pagamentos por Serviços Ambientais - PSA	Cobertura Vegetal Variável, variando de regular a boa, baixa representatividade em UCs e eventual presença de UC municipal	4
Robusta, tem Secretaria de Meio Ambiente, Conselho e Fundo de Meio Ambiente, geralmente com Pagamento por Serviços Ambientais - PSA e capacitações nos últimos 4 anos	Boa Cobertura Vegetal, com UCs e eventual UC municipal	3

Elaboração: Tetra Mais (2022).

Figura 5-74 – Hierarquização final dos municípios do DFNA quanto à capacidade de gestão em meio ambiente



Elaboração: Tetra Mais (2023).

Todos os municípios desta área apresentam Regular ou Boa Organização e Regular, Boa ou Muito Boa conservação da biodiversidade, embora nenhum deles tenha UC Municipal. Serranópolis de Minas, apesar de ter cerca de 28% de seu território protegido na forma de UC de Proteção Integral, tem baixa organização institucional, o que se reflete na classificação final. Riacho dos Machados tem situação semelhante. Verifica-se que há uma tendência de os municípios com cobertura vegetal expressiva e com parcelas de seus territórios preservados na forma de UCs de Proteção Integral se manterem em um nível bom de desempenho ambiental.

5.1.5 Elos da Cadeia Produtiva da Extração do Minério de Ferro

Ainda referente ao Quadro Problema, inclui-se a discussão dos elos da cadeia produtiva do minério de ferro, abrangendo: Componentes do Sistema Produtivo, Tecnologia Dominante e Barragens de Rejeito.

O conceito de cadeia produtiva do minério de ferro é um conceito sistêmico, que, por sua vez, é muitas vezes utilizado como instrumento de políticas de desenvolvimento regional que busquem a diversificação de suas bases produtivas, e onde eventuais elos faltantes possam

caracterizar oportunidades de investimentos com duplo efeito: o aumento da eficiência econômica do parque industrial e, ao mesmo tempo, efeitos renda e emprego na economia regional.

Na AAE do Setor de Mineração de Ferro, a necessidade de diversificação produtiva foi repetidamente mencionada nas Entrevistas realizadas com grupos de interesse e contribuíram para orientar a formulação das decisões estratégicas constantes deste documento.

A cadeia produtiva do minério de ferro em Minas Gerais é uma das mais verticalizadas do Estado e a proximidade com as minas fez com que indústrias siderúrgicas se instalassem no Quadrilátero Ferrífero e em regiões próximas.

O entendimento integral da mineração de ferro no estado de Minas Gerais pressupõe a consideração de outros componentes essenciais do sistema, como o fornecimento de insumos, combustíveis, equipamentos, máquinas e mão de obra especializada. Além disso, é fundamental incluir a logística de transporte, que desempenha um papel crucial na eficiência de toda a cadeia produtiva.

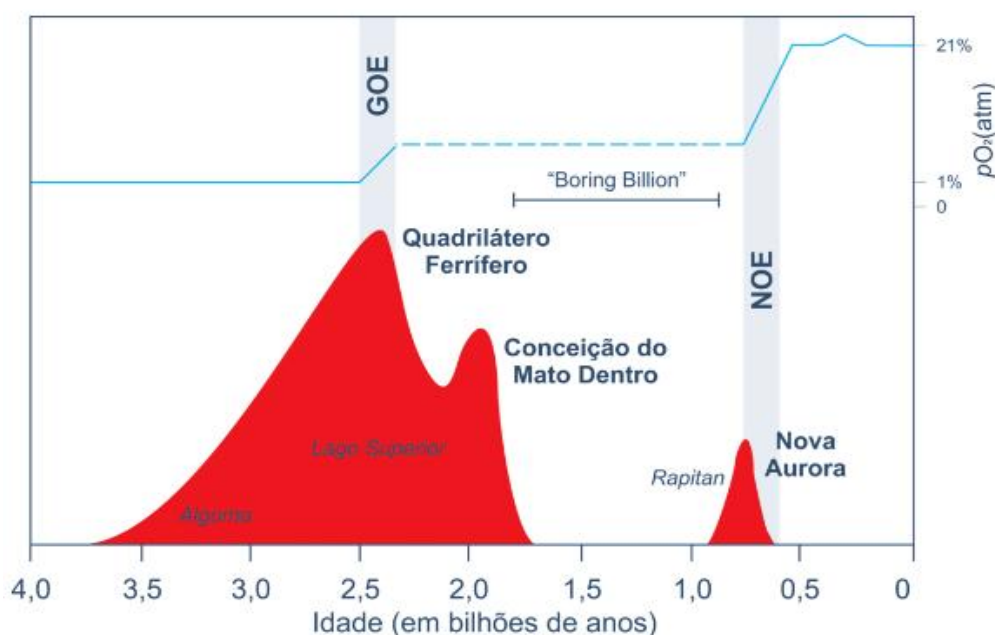
5.1.5.1 Componentes do Sistema Produtivo do Minério de Ferro

5.1.5.1.1 O Minério de Ferro

Os maiores e mais importantes depósitos de minério de ferro no mundo encontram-se hospedados em Formações Ferríferas Bandadas – FFBs, rochas de origem sedimentar química (James, 1954).

Em Minas Gerais são identificados três principais depósitos em FFBs que são distintos devido aos processos de alteração a que foram submetidos. São eles: Algoma, Lago Superior e Rapitan (**Figura 5-75**).

Figura 5-75 – Principais Períodos de Deposição de FFBS, em tempo geológico, em Minas Gerais



Legenda: curvas vermelhas representam a quantidade relativa de FFBS depositadas em cada intervalo de tempo e a linha azul representa a quantidade relativa de oxigênio na atmosfera, no tempo geológico até os dias atuais. O eixo y é igual à pressão parcial de O₂ (atm) ou seja, pressão parcial de oxigênio em atmosfera.

GOE = Great Oxygenation Event ou Grande Evento de Oxigenação; NOE Neoproterozoic Oxygenation Event ou Evento Neoproterozoico de Oxigenação.

Fonte: Codemge apud UFMGSEG, (2021)⁴

Na região do QF são observadas jazidas significativamente superiores àquelas do DFNA, enquanto as da BLSE, representada no gráfico pela menção ao município de Conceição do Mato Dentro, estão em um cenário intermediário. São indicadas 52 minas de ferro ativas presentes em municípios do QF, três na BLSE e nenhuma no DFNA (ANM, 2022).

5.1.5.1.2 Produtos da Cadeia Produtiva do Minério de Ferro

As pelotas, o ferro-gusa, o ferro-esponja e as ferroligas, são produtos da cadeia produtiva do minério de ferro.

Os minérios de ferro com baixo teor são submetidos a processos de concentração, gerando o *Pellet Feed* (PF) que, ao ser moído para obter superfície específica e granulometria abaixo de 0,074mm, possibilita a formação de Pelotas Verdes ou Cruas. Essas Pelotas Cruas são submetidas a processo de queima, o que garante propriedades químicas, físicas e metalúrgicas adequadas para seu uso no alto-forno (produção de Ferro-Gusa) ou na redução direta (produção do Ferro-Esponja) ([In The Mine, 2022](#)).

⁴ <https://www.segufmg.com/post/dep%C3%B3sitos-de-ferro>

Em Minas Gerais há três Usinas de Pelotização, localizadas nos municípios de Nova Lima, Congonhas e Jeceaba, no QF. Em 2014, estas usinas perfaziam a capacidade instalada de 129,9 milhões de toneladas por ano (Mtpa) ([In The Mine, 2022](#)).

Tanto o ferro-gusa (*pig iron*) quanto o ferro-esponja (*Direct Reduced Iron - DRI*) são obtidos a partir da redução química direta do minério de ferro, onde o ferro está na forma combinada com oxigênio (óxidos), para a obtenção do ferro metálico.

As ferroligas são ligas especiais de ferro com outros elementos químicos – silício, cromo, silício-magnésio etc., que se destacam por serem insumos indispensáveis à siderurgia, sendo utilizadas tanto nos processos básicos quanto para a agregação de valor aos aços especiais – quando então é exigida sua alta pureza.

Conforme a Associação Brasileira dos Produtores de Ferroligas e de Silício Metálico (ABRAFE), suas empresas associadas compõem uma cadeia produtiva de alto valor agregado, produzindo insumos estratégicos para os setores de metalurgia, siderurgia, mecânica, elétrica, química, eletrônica e outros.

Minas Gerais é um dos 10 estados brasileiros produtores de aço, sendo que de suas 11 siderúrgicas, cinco estão localizadas em municípios do Quadrilátero Ferrífero – João Monlevade, Sabará, Barão de Cocais, Ouro Branco e Jeceaba (SEDE, 2022; Instituto Aço Brasil, 2022).

Há diferentes tipos de aço, a depender de sua composição, aplicação e geometria. Quanto à composição, em aço carbono ou aço liga, tem-se, por exemplo, o aço galvanizado (associação com zinco) e o aço inox (associação com níquel e cromo).

As demandas específicas do mercado consumidor podem requerer tipos especiais de aço, ferroligas com características particulares e até mesmo adaptações no minério que será fornecido. A estrutura da cadeia produtiva, vista como um sistema integrado, acompanha essa dinâmica e evidencia as vantagens locais, sobretudo a proximidade entre as unidades produtivas, aumentando a eficiência e competitividade.

5.1.5.1.3 Logística de Transporte

No Brasil, a logística de transporte associada à cadeia produtiva do minério de ferro é constituída prioritariamente pelo modal ferroviário, ainda que o modal rodoviário seja complementar e haja a contribuição do modal das dutovias.

O modal ferroviário é o principal responsável pelo transporte do minério ferro, seja no trajeto mina-siderurgia ou mina-terminal portuário. Segundo a ANTF (2022), em mais de duas décadas a movimentação de cargas por ferrovias cresceu 100,1%, sendo o minério de ferro uma carga significativa neste apontamento.

Nas diferentes simulações apresentadas no Plano Estratégico Ferroviário de Minas Gerais (PEF-MG), foram considerados os horizontes 2025, 2030 e 2035, onde a maioria das intervenções necessárias está associada a projetos ferroviários *greenfield* para o traçado, para terminais de embarque e de desembarque e para intercâmbio com outros trechos ferroviários, existentes ou não.

A priorização do modal ferroviário em relação aos demais modais de transporte disponíveis (rodovias, dutovias), foi mencionada por representantes de grupos de interesse que participaram do Plano de Participação e Engajamento Social - PPES desta AAE. Nas Entrevistas⁵ realizadas foi destacada a oportunidade de viabilização de *shortlines* – conexão de pequenos trechos ferroviários a ferrovias tronco, com a implantação de terminais que permitam diminuir as distâncias a serem percorridas pelos caminhões.

Dentre as rodovias disponíveis ao tráfego de cargas, poucas detêm pista duplicada. Sendo assim, os deslocamentos em grande parte são realizados por pistas simples, inclusive na ligação de municípios de Minas Gerais aos terminais portuários de Vitória (ES), caracterizando questões relevantes.

O modal das dutovias associado ao minério de ferro, os minerodutos, conta com reconhecida eficiência em termos de logística. No entanto, sua viabilidade é questionável devido a seus potenciais impactos socioambientais – demanda hídrica significativa, conflitos territoriais, transposição de bacias, dentre outros. Por se tratar de transporte do minério na forma de polpa, exige volumes significativos de água. Há dois minerodutos implantados em Minas Gerais (MAGALHÃES, 2020): o que interliga a mineração de ferro da empresa Samarco, localizada em Mariana (no QF), ao Porto de Ubu, no município de Anchieta (ES), e o que interliga a mineração de ferro da empresa Anglo American, localizada no município de Conceição do Mato Dentro (na BLSE), ao Porto de Açú, no município de São João da Barra (RJ), denominado mineroduto Minas-Rio.

5.1.5.1.4 Concentração Espacial dos Componentes da Cadeia Produtiva do Minério de Ferro

A distribuição territorial dos componentes da cadeia produtiva do minério de ferro aponta para significativa concentração espacial no QF, sinalizando a formação de um *cluster* interdependente entre insumos e produtos, articulando fluxos de produção desde as minas ativas e continuando com as unidades de Ferroligas, Ferro-Gusa, segmentos siderúrgicos e outros. Assim, o núcleo da cadeia produtiva do ferro está presente no QF, usufruindo de externalidades positivas ali existentes.

Segundo dados do Mapa de Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais, atualmente o Estado apresenta 620 minas ativas (SEDE, 2022), dentre as quais 288 são de minério de ferro. Por sua vez, o parque produtivo da indústria de transformação do ferro conta com 320 empresas distribuídas por todo o território estadual. Dessas, cerca de 80% se concentram na parte central do Estado, principalmente nas RGIInt de Divinópolis e Belo Horizonte, abrangendo 52 municípios, posição privilegiada devido à proximidade com os maiores centros consumidores do país (RAIS, 2020).

A indústria de transformação de ferro em Minas Gerais é favorecida pela proximidade das matérias-primas e por contar com uma infraestrutura logística (rodovias e ferrovias) conectada aos principais Estados consumidores e aos portos do Espírito Santo e Rio de Janeiro, atendendo à demanda de escoamento da produção para o mercado internacional.

⁵ Realizadas entre julho e setembro de 2022.

5.1.5.1.5 Reservas e Recursos de Minério de Ferro

Conforme o Diagnóstico do Setor Mineral de Minas Gerais (SEDE, 2022), se considerado o panorama das reservas mundiais e brasileiras de minério de ferro, o Estado está entre os principais detentores de reservas nacionais, com aproximadamente 82% das reservas e teor médio de 43,7% Fe, seguido pelo estado do Pará, com 10,6% das reservas e teor médio de 65,0% Fe e pelo estado do Mato Grosso do Sul, que detém 2,7% das reservas, com teor médio de 62,6% Fe.

Ainda que o minério de ferro seja um dos recursos minerais finitos, se considerada a projeção linear constante do Diagnóstico do Setor Mineral (SEDE, 2022), mantido o mesmo nível de produção atual e não considerando os planos de expansão ou a exaustão das minas, tem-se que as reservas lavráveis de ferro em MG terão capacidade de fornecimento de matéria-prima para aproximadamente 177 anos. Desse modo, é importante a definição de diretrizes estratégicas abrangendo o Sistema Produtivo do Minério de Ferro como um todo, com ênfase na cadeia de suprimentos e na logística de transporte. Por fim, o reconhecimento do valor econômico dos rejeitos da mineração e perspectivas positivas quanto ao aproveitamento desses rejeitos/resíduos como insumo para outras cadeias produtivas, como no caso da construção civil, deverão contribuir para que novos elos possam ser agregados ao sistema produtivo do minério de ferro.

5.1.5.2 Tecnologia Dominante na Exploração Minerária e Perspectivas

5.1.5.2.1 Fatores determinantes para as mudanças tecnológicas

O estado de Minas Gerais, atualmente responsável por cerca de 50% da produção de minério de ferro bruto do país (ANM, 2022), detém minerações cuja vida útil depende, em grande parte, da manutenção de preços mais elevados no mercado.

Segundo análise realizada pela equipe da AAE, em Minas Gerais, assim como no restante do país, a totalidade da exploração de ferro se dá em minas a céu aberto e, de modo geral, o processo de mineração do ferro utiliza, há décadas, os mesmos métodos de extração, beneficiamento e disposição de estéril e de rejeitos.

A exploração de minério de ferro envolve diversos aspectos socioambientais intrínsecos a essa atividade. Em razão da localização das ocorrências minerais, as mineradoras se concentram em regiões específicas, direcionando esforços para otimizar processos, reduzir custos e consumo de insumos, especialmente água, além de investir no desenvolvimento de instrumentos, maquinários e na capacitação humana. Tudo isso é impulsionado por um uso cada vez mais intensivo de tecnologias avançadas.

Sendo o minério de ferro valiosa *commodity* mineral do país e, em particular, do estado de Minas Gerais, a inovação tecnológica até então entendida como tendência e diferencial de mercado, a partir dos desastres de Mariana (ocorrido em 2015) e de Brumadinho (ocorrido em 2019), teve uma evolução mais acentuada. O conhecimento técnico acumulado ao longo da AAE, permite concluir que a mineração no Brasil e, em especial, em Minas Gerais, vem passando por grande transformação, com a realização de melhorias tecnológicas no setor minerário, buscando, além de otimização de processos, opções mais seguras para a

disposição dos rejeitos. Soma-se a isso o fato de que os requisitos legais vêm impondo novos critérios para a operação e descaracterização das barragens de rejeitos, com reflexos positivos sobre a segurança operacional dessas estruturas e sobre a segurança dos trabalhadores, das comunidades e do meio ambiente em geral.

Outro fator importante da incorporação da gestão da inovação ao ambiente empresarial refere-se à necessidade da adoção de processos e procedimentos de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, da consistente gestão de riscos e da capacidade de adaptação dos empreendimentos a essas mudanças.

Além disso, o aprimoramento da produtividade para superar condições decorrentes de vários anos de exploração do minério no estado de Minas Gerais, tais como teores decrescentes do minério, depósitos mais profundos e maciços rochosos mais duros, aliados à crescente consciência ambiental e social, têm impulsionado a indústria da mineração ao aperfeiçoamento de seus processos. Nesse sentido, a necessidade de inovar é crucial com vistas ao desenvolvimento e à implantação de soluções adequadas à superação dessas dificuldades e à garantia da continuidade e da sustentabilidade da atividade da mineração (Sanchez & Hartlieb, 2020).

Portanto, embora o tema inovação já esteja há tempos na agenda das mineradoras, as exigências recentes favorecem a busca por mudanças mais expressivas e abrangentes, como é o caso, da adaptação ao mundo digital, de práticas de trabalho remoto, dos objetivos de descarbonização, de alternativas para o reaproveitamento dos rejeitos/resíduos da mineração, da intensificação da recirculação das águas de processo e do tratamento dos efluentes líquidos, viabilizando seu reúso. Os preços mais elevados das *commodities* podem favorecer os investimentos tecnológicos e financiamentos, contribuindo para que a indústria da mineração se beneficie de seu superciclo (adaptado de Deloitte, 2022).

Para entender o cenário atual, as perspectivas e desafios das questões associadas à inovação tecnológica no setor de mineração do ferro, foram realizadas consultas e entrevistas qualitativas com representantes de universidades, organizações privadas e empreendedores do setor, os quais disponibilizaram informações, artigos e resultados de estudos e pesquisas sobre o tema.

5.1.5.2.2 Situação Atual e Perspectivas

Embora novos requisitos legais estejam impondo outros critérios de operação e segurança para as mineradoras, as iniciativas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica há tempos vêm sendo discutidas e aplicadas ao setor produtivo nacional e regional. Como exemplo, pode-se citar a Lei Federal nº 10.973, de 02 de dezembro de 2004, que tem como objetivo incentivar a inovação e a pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo.

O sistema normativo internacional também incentiva a inovação tecnológica, na medida em que vem desenvolvendo normas voltadas a essa temática, como as da série ISO 56000, que incluem (i) a gestão da inovação, ferramentas e métodos de inovação; (ii) ferramentas e métodos para a *performance* do sistema de gestão e (iii) guia prático para inovação, dentre outras. No contexto de grandes e rápidas transformações, normas específicas sobre o tema contribuem para o desenvolvimento da gestão da inovação pelas empresas.

Observa-se que, sob o conceito da economia criativa, é fundamental a abordagem sistêmica da inovação, o que impõe a agregação e valorização de parceiros para a inovação, a exemplo da cadeia de suprimentos da mineração, do segmento acadêmico e da comunidade - a quem cabe, inclusive, perceber as melhorias advindas deste sistema.

De acordo com as contribuições advindas de consultas e entrevistas realizadas na primeira etapa participativa da AAE e de outras fontes de dados disponíveis em bibliografia específica, as principais tendências de inovações tecnológicas no setor do minério de ferro em Minas Gerais estão associadas: (i) às alternativas para a disposição de rejeitos - em substituição às atuais barragens de rejeitos; (ii) às perspectivas de reaproveitamento dos rejeitos/resíduos dispostos e que sejam detentores de valor agregado; (iii) à automação e inteligência artificial (Indústria 4.0); (iv) às tecnologias limpas com reflexos na descarbonização; (v) à eficiência energética; (vi) às alternativas para a adaptação às mudanças climáticas; (vii) ao reaproveitamento de resíduos, e (viii) ao reúso e recirculação das águas de processo.

5.1.5.3 Barragens de Rejeito e Riscos Associados

Conforme análises realizadas pela equipe da AAE, no processo de exploração mineral são gerados como *resíduos de mineração*: (I) a fração denominada estéril, que corresponde ao material com baixo valor ou sem valor econômico, produzido na extração e que é retirado para permitir o acesso à reserva mineral; e (II) os rejeitos do processo de beneficiamento do minério, denominados rejeitos de mineração. Na mineração de ferro, assim como nas demais, a geração de estéril e de rejeitos é intrínseca à atividade, sendo variáveis os seus quantitativos e sua qualidade, notadamente em decorrência dos teores dos minerais presentes na reserva mineral e das características dos processos industriais adotados.

Uma vez gerados, a fração estéril e os rejeitos devem ser dispostos de forma ambientalmente adequada. Os estéreis são usualmente dispostos em pilhas e os rejeitos, na forma clássica, são dispostos em barragens de mineração, cuja função principal é a de contenção. Sendo o processo de beneficiamento intensivo quanto ao uso de água, as barragens de rejeito atuam também na reservação das águas de processo, propiciando seu reúso ou sua recirculação.

Eventos recentes de rompimento de barragens de rejeitos, ocasionaram a revisão do arcabouço legal relativo à segurança das barragens, tanto na esfera federal quanto na estadual, assim como a busca por novas soluções e tecnologias para a disposição dos rejeitos da mineração, com ênfase, inclusive, na minimização da geração e no aproveitamento desses resíduos.

Nessas circunstâncias, o tema das barragens tem sido endereçado, tanto para as barragens que oferecem risco e danos potenciais, como para o contingente de atingidos, em termos de legislação e da governança dessas estruturas, como se apresenta na sequência.

5.1.5.3.1 O Endereçamento Global – Zero Dano com tolerância Zero para fatalidades humanas

Em total alinhamento com os requisitos legais, em agosto de 2020 foi publicado o Padrão Global da Indústria para a Gestão de Rejeitos (GISTM), sob a rubrica do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (*UN Environment Programme*), do *International Council on Mining and Metals – ICMM*, e dos *Principles for Responsible Investment – PRI* (Rede internacional de instituições financeiras apoiada pelas Nações Unidas).

O Padrão Global abrange 15 Princípios e 77 Requisitos que objetivam “evitar qualquer dano às pessoas e ao meio ambiente (zero dano), com tolerância zero para fatalidades humanas”. “Exige que os mineradores assumam a responsabilidade e priorizem a segurança das estruturas de disposição de rejeitos, ao longo de todas as fases do seu ciclo de vida, inclusive nas fases de fechamento e pós-fechamento. Além disso, o padrão exige a divulgação de informações relevantes que suportem a prestação de contas e a responsabilização pública”.

Mais ainda, nesse padrão é apresentada a Matriz de Classificação de Consequências com a análise das classes de consequências *versus* perdas incrementais associadas. Com isso, as empresas de mineração de ferro, independentemente de serem associadas ao ICMM, dispõem de referência técnica documentada com vistas à gestão responsável e à governança corporativa de suas estruturas de disposição de rejeitos.

Os requisitos desse Padrão Global englobam abordagens diversas, como por exemplo: o pleno envolvimento das comunidades afetadas, direitos humanos, a engenharia, governança, responsabilidades e preparação para emergência.

5.1.5.3.2 Contexto Regulatório das Barragens de Mineração

Os requisitos legais e normativos associados às barragens de mineração valem-se de termos e definições específicos, em sua maioria estabelecidos pela ANM, conforme Resolução nº 95/2022.

O arcabouço legal vigente para a segurança das barragens de mineração requer das empresas o aperfeiçoamento obrigatório das rotinas de monitoramento e de inspeção de segurança, a instalação de equipamentos de ponta e de sirenes de alerta, o desenvolvimento e a implantação de planos de ação de emergência mais robustos, incluindo a capacitação das comunidades próximas aos empreendimentos quanto aos riscos inerentes e sua participação nos respectivos simulados.

Pautada na construção do gerenciamento adequado à manutenção dos padrões de segurança de barragens destinadas (i) à acumulação de água e (ii) à disposição final ou temporária de rejeitos e acumulação de resíduos industriais, foi estabelecida a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB e o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens - SNISB, por meio da Lei nº 12.334/2010.

Nova redação foi dada à PNSB por meio da Lei nº 14.066/2020 que veio alterar, significativamente e inserir novos dispositivos na Lei nº 12.334/2010, na Lei nº 7.797/1989 (FNMA), na Lei nº 9.433/1997 (PNRH) e no Decreto-Lei nº 227/1967 (Código de Mineração). Com isso, todas as barragens de mineração no território nacional, em construção, em operação e desativadas, devem ser cadastradas pelo empreendedor diretamente no SIGBM, passando a integrar o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração - CNBM sob a gestão da ANM. Além disso, todas as barragens de mineração são classificadas pela ANM, considerando os critérios de Dano Potencial Associado - DPA e Categoria de Risco - CRI.

A elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAEBM) é obrigatória para todas as barragens destinadas à acumulação ou à disposição de rejeitos de mineração, independentemente da classificação quanto ao dano potencial associado e ao risco, devendo

o empreendedor disponibilizar cópias físicas atualizadas para os órgãos de proteção e defesa civil dos municípios inseridos no Mapa de Inundação ou, na inexistência destes órgãos, na Prefeitura Municipal (art. 35º da Resolução ANM nº 095/2022). É também obrigatória a apresentação do Plano de Segurança da Barragem atualizado e operacional até a desativação ou a descaracterização da estrutura (art. 8º, §1º da Lei nº 14.066/2020).

Considerando que todos os episódios recentes de rompimento envolveram barragens de rejeitos construídas e alteadas pelo método construtivo a montante, cuja eficiência e segurança são controversas, a PNSB proíbe a construção ou o alteamento de barragem de mineração pelo método a montante, bem como determina a obrigação da descaracterização das barragens com tal tipologia construtiva. Veda, ainda, a implantação de novas barragens de mineração cujo Mapa de Inundação identifique a existência de comunidade na Zona de Autossalvamento (ZAS), o qual deve ser executado pelo empreendedor previamente à construção da barragem.

Alinhada às inovações legislativas do setor mineral, a norma técnica NRM-20/2001, que trata de Fechamento de Mina para empreendimentos com barragens de rejeitos, foi atualizada por meio da edição da Resolução ANM nº 68/2021, que passou a estabelecer como escopo do Plano de Fechamento de Mina (PFM) a apresentação de plano de descaracterização de barragens de mineração ou outra solução técnica. Caso não seja possível essa descaracterização, deverá estar previsto no PFM o seu monitoramento.

5.1.5.3.3 A Legislação do Estado de Minas Gerais

Em Minas Gerais, a Política Estadual de Segurança de Barragem – PESB, estabelecida pela Lei Nº 23.291, de 25/02/2019⁶, atribui ao Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA a competência para realizar o licenciamento e a fiscalização ambiental das barragens de mineração, de forma articulada com a PNSB e com as Políticas Nacional e Estadual de Meio Ambiente e de Proteção e Defesa Civil. Conforme a Lei nº 24.313, de 28/04/2023, que estabelece a estrutura orgânica do Poder Executivo do Estado de MG, cabe à Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM exercer as atividades de gestão ambiental de barragens de forma complementar à Agência Nacional de Mineração – ANM, que possuem a competência originária para acompanhar as barragens de mineração (Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010).

Conforme parágrafo único, do art. 1º, da Lei nº 23.291/2019, as diretrizes da PESB aplicam-se a barragens destinadas à acumulação ou à disposição final ou temporária de rejeitos e resíduos industriais ou de mineração, e a barragens de água ou líquidos associados a processos industriais ou de mineração, e que apresentem algumas características mínimas descritas no texto da lei. Cabe ressaltar que a PESB se apresenta mais restritiva e conservadora que o estabelecido na esfera federal no tocante às linhas de base relativas à altura do maciço das barragens e à capacidade total do reservatório.

A PESB recepciona a Lei Federal obrigando o empreendedor à descaracterização de todas as barragens de contenção de rejeitos e resíduos, provenientes de atividades minerárias,

⁶ Além de diversas normas sobre o tema que vêm sendo editadas desde então, como os Decretos Estaduais nº 48.078/2020 e 48.140/2021 e as diversas resoluções e atos normativos dos mais diversos órgãos fiscalizadores.

alteadas pelo método a montante e proibindo a concessão de licença ambiental para operação ou ampliação de barragens de mineração que utilizem esse método (conforme Resolução Conjunta SEMAD/ FEAM nº 2.784, de 21 de março de 2019).

Regulamentando dispositivos da Política Estadual de Segurança de Barragens, o Decreto nº 48.140, publicado em 26/02/2021, torna o processo de fiscalização mais rigoroso ao detalhar mecanismos de classificação das barragens, descaracterização das estruturas construídas com alteamento a montante e obras emergenciais.

Quanto ao Plano de Ação de Emergência, o art. 3º do Decreto Estadual nº 48.078, de 5 de novembro de 2020, dispõe que a análise e aprovação do Plano de Ação de Emergência, além da FEAM, deverá ser realizada, de forma integrada, pelos seguintes órgãos e entidades: Gabinete Militar do Governador e Coordenaria Estadual de Defesa Civil – GMG-Cedec; Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais – IEPHA-MG; Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD; Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM; Instituto Estadual de Florestas – IEF e Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA.

Cabe destaque, ainda, a aprovação da Lei nº 23.795, em 16 de janeiro de 2021, que ao instituir a Política Estadual dos Atingidos por Barragens reafirma como direitos das pessoas atingidas: (I) o direito à informação; (II) à opção livre e informada das alternativas de reparação integral; (III) à participação social em processos deliberativos; (IV) à negociação prévia e coletiva quanto às formas e aos parâmetros de reparação integral dos eventuais impactos socioeconômicos decorrentes, entre outros, o da desativação de barragens; (V) à reparação integral dos impactos socioeconômicos; (VI) à continuidade do acesso aos serviços públicos e (VII) à assessoria técnica independente, escolhida pelos atingidos por barragem e a ser custeada pelo empreendedor.

5.1.5.3.4 O Processo de Licenciamento Ambiental e a fiscalização das Barragens de Mineração em Minas Gerais

No que se refere ao Licenciamento Ambiental de Barragens em Minas Gerais, conforme estabelece a Política Estadual de Segurança de Barragens - PESB, há a obrigatoriedade do prévio licenciamento na modalidade trifásica, sendo vedada a emissão de licenças concomitantes, provisórias, corretivas e *ad referendum*.

O processo de Licença Prévia deverá ser instruído com o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), e outros documentos que orientam o processo de licenciamento ambiental, além de ser obrigatória a realização de audiências públicas. Os estudos ambientais deverão comprovar a inexistência de melhor técnica disponível e alternativa locacional com menor potencial de risco ou dano ambiental, para a acumulação ou para a disposição final ou temporária de rejeitos e resíduos industriais ou de mineração em barragens. Ficam vedadas a acumulação ou a disposição final ou temporária de rejeitos e resíduos industriais ou de mineração em barragens, sempre que houver melhor técnica disponível. No caso de barragens desativadas ou com atividades suspensas fica estabelecido o Licenciamento Ambiental Corretivo para a sua retomada.

Fica o empreendedor obrigado a apresentar proposta de caução ambiental, estabelecida em

regulamento (Decreto nº 48.747, de 29/12/2023, que regulamenta a caução ambiental estabelecida na PESB), com o propósito de garantir a recuperação socioambiental para casos de sinistro e para desativação da barragem. Além disso, a Lei nº 23.291/2019 estabelece uma série de documentos e estudos técnicos obrigatórios a cada etapa do licenciamento das barragens enquadradas na norma. Destaca-se também a vedação de concessão de licenças para construção, instalação, ampliação ou alteamento de barragem em cujos estudos de cenários de rupturas seja identificada comunidade na ZAS. Outra vedação estabelecida, como já mencionado, é relacionada à concessão de licença ambiental para operação ou ampliação de barragens que utilizem o método de alteamento a montante, que devem ser descaracterizadas, tendo em vista que este método tem sido considerado menos seguro.

Tanto a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB como a Política Estadual de Segurança de Barragens - PESB definem que o empreendedor é o responsável pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento das ações necessárias para garantir a segurança nas fases de planejamento, projeto, instalação, operação e desativação e em usos futuros da barragem. Por fim, ressalta-se que a PESB determina também que as obrigações previstas nesta lei são consideradas de relevante interesse ambiental, e o seu descumprimento acarretará a suspensão imediata das licenças ambientais, independentemente de outras sanções civis, administrativas e penais.

5.1.5.3.5 Reflexos dos Rompimentos no Cenário Legal Atual

Os rompimentos de barragens de rejeitos Fundão - Mariana (2015) e barragem da Mina Córrego do Feijão - Brumadinho (2019), trouxeram ao debate o tema da segurança dessas estruturas, resultando numa dinâmica de sucessivas inovações do cenário regulatório aplicável, em nível nacional e nos Estados, principalmente em Minas Gerais. Tais normativas imprimiram uma série de obrigações voltadas à atuação preventiva mais efetiva, por parte das empresas de mineração, sobre a integridade estrutural e operacional dessas barragens, em linha com as preocupações ambientais e das comunidades potencialmente afetadas.

Foram criados novos conceitos, como Zona de Autossalvamento (ZAS), Zona de Segurança Secundária, Mapa de Inundação, e alterados os critérios para a classificação da Categoria de Risco (CRI) dessas estruturas, de forma a aprimorar as normas que buscam assegurar a integridade da vida, da propriedade e do meio ambiente, nos trechos a jusante das barragens, em caso de rompimento. Evidência dessa preocupação é a proibição da concessão de licença ambiental para barragens que identifiquem comunidades na chamada ZAS, bem como a obrigação da instalação de sistema sonoro ou outra solução tecnológica de maior eficácia, como sinal de alerta à população

A Resolução ANM nº 95/2022 tornou obrigatória a identificação, nos mapas de inundação de barragens, da presença de estradas, de ferrovias, de equipamentos urbanos, de infraestruturas, sítios arqueológicos, unidades de conservação, comunidades tradicionais, indígenas, quilombolas, estações de captação de água, dentre outras instalações.

Para garantir que padrões de segurança de barragens sejam seguidos, reduzindo a possibilidade de rompimentos e suas consequências, tornaram-se obrigatórios instrumentos tais como: o Plano de Ação de Emergência, o Plano de Segurança da Barragem, o Processo de Gestão de Riscos para Barragens de Mineração, a Declaração de Condição de Estabilidade, a Revisão Periódica de Segurança de Barragem e a realização de Simulados com a função de permitir que a população e agentes envolvidos diretamente no Plano de Contingência da ZAS tomem conhecimento das ações previstas e sejam treinados em como proceder, caso haja alguma situação de emergência real. Ressalta-se que todos estes instrumentos já eram obrigatórios pela diretriz nacional, somente não eram vinculados ao licenciamento como em Minas Gerais.

5.1.5.3.6 A Governança de Barragens de Mineração

A Governança de Barragens deve ser entendida, desenvolvida, implementada e mantida como um sistema, com um conjunto integrado de componentes regularmente inter-relacionados e interdependentes, constituído com vistas à efetiva Gestão dos Riscos das Estruturas de Disposição dos Resíduos de Mineração e com ênfase à prevenção. Enquanto sistema, as quatro funções da governança originalmente descritas caracterizam-se como processos relevantes – estabelecimento de metas, coerência e coordenação entre as metas, implementação, responsabilização e avaliação (ICMM, 2023; IBRAM, 2019).

Há diversos órgãos do setor público dotados de atribuições, mesmo que diferenciadas, quanto à Gestão de Barragens. O número significativo de envolvidos expressa a relevância da promoção da articulação entre as empresas de mineração, os atores públicos reguladores, a academia, a sociedade civil e a comunidade presente nos municípios mineradores, para a conjugação de esforços, a definição de atribuições e responsabilidades.

Sem desconsiderar o fato de que os empreendedores são os responsáveis pela segurança das barragens, prevenir, eliminar, reduzir e minimizar os riscos associados a essas estruturas são objetivos comuns às diversas partes envolvidas.

5.2 Quadro Estratégico

O quadro institucional relativo às políticas, planos e programas em âmbito federal e estadual, envolvido no processo decisório da exploração do minério de ferro, faz parte do Quadro Estratégico, abrangendo um conjunto de macro-orientações estratégicas de desenvolvimento da mineração, de sustentabilidade e meio ambiente, de logística ferroviária, entre outras, com marcos temporais de curto, médio e longo prazo.

O conjunto das finalidades, objetivos, metas e ações previsto em um dado cronograma compõe as macropolíticas que, por sua vez, se relacionam com o problema de decisão envolvendo a mineração de ferro. Constitui um arcabouço analítico para orientar as Diretrizes e Recomendações da AAE, aqui denominada PPPs: Políticas, Planos e Programas.

Tendo em vista organizar esse conhecimento de forma prática e operacional, foram utilizadas Fichas-Resumo que dispõem o conteúdo necessário de forma sistematizada. Destaca-se, nesse material, a avaliação da sinergia das PPPs com a AAE do Setor de Exploração de Minério de Ferro em Minas Gerais envolvendo objetivos e ações em comum entre elas.

5.2.1 Objetivos e Metas de Macropolíticas, Planos e Programas de Âmbito Estadual

As PPPs desenvolvidas pelo poder público estadual relacionadas à exploração do minério de ferro estão resumidas a seguir, considerando seus objetivos e metas de curto, médio e longo prazos e repercussões nas AAb, incluindo:

- As grandes linhas políticas do Governo do Estado de Minas Gerais, dentro de uma perspectiva estratégica com rebatimento na mineração de ferro, além daquelas relacionadas à Política Estadual de Meio Ambiente e do Plano de Proteção à Biodiversidade/MG, Segurança de Barragens e Recursos Hídricos;
- Programas e Projetos estruturantes co-localizados nas áreas de interesse e sinérgicos ao desenvolvimento minerário, incluindo-se mapeamentos georreferenciados;
- Programas de Infraestrutura econômica (transporte ferroviário, saneamento ambiental);
- Plano de Energia e Mudanças Climáticas;
- Completando os instrumentos de política estratégicos cabe incluir o Zoneamento Econômico-Ecológico de MG (ZEE/MG) como instrumento de uso e ordenamento territorial de âmbito estadual e o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH.

Nessa perspectiva, foram selecionados:

- Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo em MG 2016-2026 (PEDST/MG 2016-2026);
- Plano Plurianual de Ação Governamental 2020-2023 (PPAG/MG 2020-2030);
- Plano de Ação Climática *Race to Zero* MG (PLAC/MG);
- Plano Estadual de Proteção à Biodiversidade de MG (PEPB/MG);
- Plano Estadual de Recursos Hídricos de MG (PERH/MG);
- Plano Estadual de Saneamento Básico de MG (PESB/MG);
- Plano Estratégico Ferroviário de MG (PEF/MG);
- Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado de MG 2019-2030 (PMDI/MG 2019-2030);
- Política Estadual de Segurança de Barragens de MG (PESB/MG);
- Zoneamento Ecológico e Econômico de MG (ZEE/MG-Componente Geofísico e Biótico);
- Zoneamento Ecológico e Econômico de MG (ZEE/MG-Componente Socioeconômico);
- Zoneamento Ecológico e Econômico de MG (ZEE/MG-Zoneamento e Cenários Exploratórios); e
- Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PDDI/RMBH).

Das ações e objetivos traçados em cada uma das PPPs selecionadas cabe ressaltar os pontos de maior sinergia com a AAE do setor de exploração de minério de ferro em Minas Gerais, listados a seguir.

PPPs Estaduais	Sinergia com a AAE – minério de ferro em MG
Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo em MG (2016-2026)	Municípios inseridos nas AAb são identificados como Áreas de Potencial Turístico Internacional. No QF, municípios foram apontados com potencial turístico Regional, Nacional e Internacional; na BLSE com potencial Regional e Nacional; e no DFNA com potencial Regional. Dentre os desafios apontados a curto prazo e que se relacionam de forma direta com a AAE, visto a incidência de atrativos turísticos, podem ser pontuados: • Turismo de Natureza e Aventura; • Turismo de Saúde e Bem-Estar - Circuito das Águas; • Turismo Histórico-Artístico.
Plano Plurianual de Ação Governamental (2020-2030)	As ações previstas no PPAG relacionadas às atividades de mineração de ferro em Minas Gerais, dizem respeito a incentivos às empresas, gestão de território, fomento à pesquisa e educação e tecnologias, logística, rompimento de barragens, entre outras temáticas. É de grande relevância ao desenvolvimento da AAE o conhecimento dos programas pautados para o exercício de 2023.
Plano de Ação Climática Race to Zero	Os dados do balanço energético estadual estimam que as hidrelétricas representam 14% do mix energético; biomassa e seus derivados 41%; petróleo, gás natural e seus derivados 34%; e carvão e seus derivados 11%. Partes-chave da economia de Minas Gerais são intensivas em carbono e difíceis de descarbonizar, como mineração, ferro e aço, papel e celulose e cimento. Apesar de ainda não ser a fonte energética predominante, Minas Gerais é referência nacional em geração centralizada e distribuída de energia solar. Em 2023, o Estado foi o principal gerador solar do país, com 1,5 GW de capacidade instalada. A radiação solar média diária anual é propícia nas áreas do Triângulo Mineiro, Noroeste e Norte de Minas, incidindo de forma significativa na área do DFNA.
Plano Estadual de Proteção à Biodiversidade	Para a AAE, o PEPB/MG trouxe um conjunto de dados relevantes para a Contextualização, identificando as áreas de proteção à biodiversidade, além de auxiliar nas diretrizes. Verifica-se a incidência significativa de áreas de importância biológica nas AAb, com destaque para: • DFNA: Área Especial 10 – “Espinhaço Setentrional”, com alta riqueza de espécies de aves endêmicas; • BLSE: Área Especial 57 – “Espinhaço Meridional”, com espécies de aves endêmicas, alta riqueza de espécies da flora e da fauna; e Área Muito Alta 58 – “Florestas da Encosta Leste do Espinhaço Meridional”, com alta riqueza de espécies da fauna e da flora; • QF: Área Especial 85 – “Quadrilátero Ferrífero”, com endemismo de anfíbios e plantas, alta riqueza de vertebrados, ambiente único no Estado (campos ferruginosos); e Área Extrema 84 – “Florestas da Borda Leste do Quadrilátero”, com alta riqueza de espécies de aves raras, endêmicas e ameaçadas de extinção, e de espécies em geral.

PPPs Estaduais	Sinergia com a AAE – minério de ferro em MG
Plano Estadual de Recursos Hídricos	O PERH/MG traz informações úteis à AAE, pois contextualiza as regiões de interesse quanto aos recursos hídricos, sendo possível compreender diferentes aspectos do tema. Constatam também análises que estabelecem a articulação e interface do PERH/MG e o PNRH com o ZEE, PPPs da Mineração, Planos Diretores das UPGRHs e aplicação da PERH em diferentes setores usuários das águas (Saneamento, Geração de Energia, Indústria e Mineração, Agropecuária e Cultivos Irrigados, Turismo e Hidronavegação).
Plano Estadual de Saneamento Básico	O PESB/MG determina políticas relacionadas ao abastecimento de água, necessidade que pode ser afetada no setor minerário. Destaca-se a fragilidade dos recursos hídricos na região do DFNA, quanto ao nível de comprometimento dos mananciais superficiais. Uma grande parcela da área da AAE possui classificação para as águas superficiais totalmente comprometida para alto e muito alto, e subterrâneo alto para muito baixo a médio. Ademais, nota-se que há uma pequena área de conflito pelo uso dos recursos hídricos inserida na área do QF. Para a identificação das áreas prioritárias em abastecimento de água, foram selecionados e hierarquizados 9 fatores. Verifica-se prioridade Muito Alta em quase toda a área do DFNA, em parte da área da BLSE, e em alguns pontos do QF.
Plano Estratégico Ferroviário	Pontos relevantes do PEF/MG: eficiência na mobilidade e logística, incluindo a integração com demais modais, como fatores de desenvolvimento econômico e social; diminuição do tráfego e de acidentes com consequente aumento da qualidade de vida; e redução dos níveis de emissões de CO₂ (interface com o Plano de Energia e Mudanças Climáticas). Propostas de Linhas Ferroviárias do PEF próximas às AAb: Para o transporte de cargas, são previstas diversas linhas dentro da alocação da demanda nos anos 2025, 2030 e 2035. A viabilidade, até então, de cada uma das propostas é apresentada com o fluxo de caixa e a reposição do Capex investido. Das inseridas nas AAb, são apontadas como viáveis: • QF: Linha FC-47a (Capitão Eduardo – Pedreira do Rio das Velhas); • BLSE: Linha FC-41 (Conceição do Mato Dentro – Ipatinga); • DFNA: Linha FC-46b (Grão Mogol – Janaúba – Entroncamento com FIOI).
Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (2019-2030)	A proposta de desenvolvimento econômico, infraestrutura, mobilidade e meio ambiente do Estado, apesar de focar na diversificação das atividades, ressignificando o papel da atividade extrativista minerária, compreende que é necessário adotar uma postura sustentável ambiental e economicamente nesse setor. A articulação e gerenciamento integrado das PPPs prevista no PMDI, de certa forma, pode ser vista como uma conduta macro, em nível estadual, da atuação prevista na AAE nas 3 áreas de interesse.
Política Estadual de Segurança de Barragens	Sua importância e sinergia com a AAE é extrema. O total de barragens de mineração (para os diversos tipos de rejeito) registradas em todo o Estado de Minas Gerais é de 354 (conforme dados ANM). Destas, 261 (74%) estão inseridas nas 3 AAb da AAE.
Zoneamento Ecológico e Econômico - ZEE	O ZEE/MG trouxe informações valiosas para a Contextualização. Apesar de ser muito antigo (2008), suas informações disponibilizadas na IDE-SISEMA, mesmo que não atualizadas, foram indicativas para contextualizar as AAb da AAE.

PPPs Estaduais	Sinergia com a AAE – minério de ferro em MG
Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da RMBH	Ainda que muito defasado, pois sua publicação data de 2011, o diagnóstico e a abrangência do PDDI/RMBH são relevantes para a AAE visto não só a sua inserção em 17 municípios na área do QF, mas também a concentração significativa de atividades voltadas para o minério de ferro nessa região. Cabe destacar também a influência dessas atividades no “colar metropolitano” (conformado pelos municípios adjacentes a RMBH) que incluem os municípios de Barão de Cocais, Belo Vale e Santa Bárbara, também pertencentes a área do QF.

5.2.2 Objetivos e Metas de Políticas, Planos e Programas de Âmbito Federal

No âmbito do poder público federal foram consideradas as seguintes PPPs:

- Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima na Mineração - Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono (Plano MBC);
- Plano Nacional Sobre Mudança do Clima (PNMC);
- Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM 2030);
- Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 (PNRH 2022-2040);
- Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES);
- Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA);
- Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB);
- Programa Mineração e Desenvolvimento 2020-2023 (PMD 2020-2023).

PPPs Federais	Sinergia com a AAE – minério de ferro em MG
Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima na Mineração - Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono	De acordo com o plano, às emissões de CO₂ advindas da mineração, que compreendem os processos de lavra, beneficiamento, pelotização e transporte interno nas operações de lavra, não são significativas e, por isso, é considerado um baixo emissor no contexto nacional. O Plano aponta os principais fatores que afetam a emissão de GEE no segmento de mineração: alterações no tipo de minério extraído, no teor de minério (mineral grade) e na relação estéril/minério (<i>strip ratio</i>); distância média de transporte (entre a cava e o beneficiamento e entre a cava e a pilha estéril); eficiência energética dos motores utilizados; recuperação mássica e produtividade do processo; e conhecimento das reservas minerais.

PPPs Federais	Sinergia com a AAE – minério de ferro em MG
Plano Nacional Sobre Mudança do Clima	O PNMC apresenta um panorama de ações e cenários que, mesmo desatualizado, auxilia na compreensão do crescimento e destaque de algumas matrizes energéticas desde 2008. No aspecto da Energia e Indústria, temáticas relevantes à AAE, o plano propõe o aumento da participação das energias renováveis e energias limpas, via programas e leilões de incentivo, a redução de consumo de energia e emissões de CO₂, e a melhoria no desempenho da indústria. Um ponto importante a destacar, é a representatividade da matriz fotovoltaica atual tanto no Brasil quanto em MG, em relação à última década. Além disso, verificar os incentivos nacionais já propostos e em execução, em especial, quanto ao incentivo para implantação das matrizes energéticas renováveis e limpas e a expansão da transmissão.
Plano Nacional de Mineração 2030	O PNM 2030 apresenta o cenário da mineração nacional incluindo o panorama econômico, geológico, minerário e de transformação para os principais minerais extraídos no Brasil, destacando-se o minério de ferro, os desafios e as previsões até 2030. É possível reconhecer a representatividade do minério de ferro e das atividades voltadas para este setor em Minas Gerais frente ao cenário nacional.
Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040	De acordo com os dados apresentados no Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – 2021, verifica-se a incidência de alguns fatores restritivos incidentes no Estado de Minas Gerais e nas AAB da AAE. Dentre eles, a vulnerabilidade da qualidade das águas; restrição da oferta hídrica; expansão competitiva dos usos das águas; e interdependência regional de mananciais. Dos elementos diretivos para a região sudeste, destacam a governança hídrica em bacias hidrográficas críticas; orientações para expansão da irrigação; revitalização e despoluição de bacias hidrográficas; e gerenciamento de acidentes hídricos.
Política Nacional de Meio Ambiente	A legislação presente na PNMA está diretamente relacionada com a mineração e sua expansão, estabelecendo as diretrizes necessárias ao desenvolvimento sustentável relevantes ao setor minerário. A exigência de estudos como AIA e EIA, trazem subsídios para orientar os empreendimentos minerários na escolha locacional para as estruturas, nos monitoramentos a serem realizados, ou seja, na execução adequada do controle ambiental local.

PPPs Federais	Sinergia com a AAE – minério de ferro em MG
Plano Nacional de Resíduos Sólidos	Identificou-se a realização e disponibilização pública do Inventário Estadual de RM apenas para Minas Gerais, realizado anualmente pela FEAM. O Inventário demonstra que, para os resíduos minerais (estéril e rejeito), mais de 99% de sua destinação final é praticada dentro do próprio setor de mineração, em pilhas ou barragens. No setor de mineração, os resíduos minerais são os que demandam maior atenção, devido ao seu elevado volume de geração e potencial poluidor. Os rejeitos da mineração são, quase que em sua totalidade, dispostos em barragens. Por conta dos riscos associados a essa prática, promulgou-se a Lei nº 12.334/2010, a qual estabelece a Política Nacional de Segurança das Barragens (PNSB), a fim de garantir padrões de segurança para a redução de acidentes para as barragens enquadradas dentro de uma determinada classe de risco. Acidentes, como os ocorridos em Mariana/MG (2015) e Brumadinho/MG (2019), motivaram alterações na legislação, de forma a aumentar as exigências para segurança de barragens, resultando na edição da Lei nº 14.066/2020. Redução de Resíduos: Um fator importante para reduzir a geração de resíduos na mineração é o aprofundamento no conhecimento geológico, de forma que a extração dos minérios seja realizada com maior acurácia e precisão (IBRAM, 2016). Reaproveitamento de Resíduos: De acordo com o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), os resíduos podem ser utilizados para diversas finalidades, que já estão sendo colocadas em prática. Um exemplo é a utilização dos resíduos como agregado para a pavimentação asfáltica, como foi aplicado no trecho Pádua-Pirapetinga (RJ-MG). Os rejeitos do minério de ferro, ainda podem ser utilizados como pigmento para tinta e sais férricos para o saneamento básico. Outros usos para os RM são os apresentados pelo IBRAM (2016), como: o aproveitamento do rejeito para o preenchimento das cavas exauridas e na fabricação de tijolos, concreto e outros insumos da construção civil com os rejeitos de minério de ferro; e fabricação de peças ornamentais. Já em relação ao estéril, este geralmente é aproveitado como material de recomposição da cava ou aterramento. Mesmo considerando a disposição dos rejeitos em barragens como uma forma ambientalmente adequada, os acidentes ocorridos com as barragens de mineração nos últimos anos no Brasil reforçam a importância de se encontrar medidas alternativas viáveis de aproveitamento e destinação desses resíduos.
Política Nacional de Segurança de Barragens	A PNSB trouxe avanços quanto ao reconhecimento das barragens instaladas no território nacional, o conhecimento a informações diversas dessas estruturas de forma a favorecer seu monitoramento e a gestão territorial dos municípios, Estados e nação. Além disso, determinou a realização de diversas ações que visam garantir os padrões de segurança de barragens de maneira a fomentar a prevenção e a reduzir a possibilidade de acidente ou desastre e suas consequências. O RSB 2021 informa, ainda, que dentre as 187 barragens que foram consideradas críticas, 129 (69%) são de empreendedores (responsáveis) privados. Tais barragens ficam no Distrito Federal e em 21 Estados, especialmente Minas Gerais com 66 barragens críticas. Essas estruturas são críticas devido ao estado de conservação (em 49% dos casos) e à classificação quanto ao Dano Potencial Associado e à Categoria de Risco (em 48%).

PPPs Federais	Sinergia com a AAE – minério de ferro em MG
Programa Mineração e Desenvolvimento 2020-2023	Linhas temáticas relevantes a AAE: • Desenvolvimento de tecnologias para aproveitamento de fontes secundárias (mineração urbana) e mitigação de impactos ambientais com o aproveitamento de resíduos/rejeitos, contemplando o uso de ferramentas como Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), Avaliação do Ciclo de Vida Social (ACVS) e a Economia Circular (EC). • Tecnologias para aproveitamento de resíduos, rejeitos e reuso de água de barragens, para descomissionamento de minas e barragens de rejeito. • Desenvolvimento de processos tecnológicos com foco no aumento da recuperação dos minérios de interesse a partir de resíduos e rejeitos de barragens. • Desenvolvimento de processos tecnológicos para redução da umidade de minérios, concentrados e rejeitos. • Desenvolvimento de tecnologias para recuperação e reaproveitamento de resíduos, rejeitos e elementos dispersos, incluindo processos/produtos para destinação alternativa de uso. • Desenvolvimento de tecnologias para recuperação/reutilização de água e/ou redução/eliminação de água utilizada nos processos. • Desenvolvimento de novos sistemas e tecnologias de baixo risco ambiental para deposição de resíduos. • Mecanismos inovadores de descomissionamento de minas, assim como reabilitação de áreas degradadas. • Desenvolvimento de novos sistemas e tecnologias de construção, monitoramento e controle de barragens e riscos ambientais, incluindo softwares e tecnologias de monitoramento de barragens, a fim de identificar e alertar acerca de eventuais irregularidades na operação de barragens. • Desenvolvimento de novos sistemas e tecnologias para reconstrução de solos em áreas degradadas, utilizando resíduos, estêreis e rejeitos da mineração. • Indústria 4.0 na Mineração e Transformação Mineral - novas tecnologias na exploração mineral, na lavra, no processamento e na transformação mineral. • Desenvolvimento de sistemas de controle e automação, com integração rápida entre os diversos mecanismos das operações mineiras, bem como modelos de simulação. • Desenvolvimento de tecnologias de sensoriamento inteligente, automação e controle de parâmetros e fluxos de insumos. • Desenvolvimento de tecnologias na exploração mineral, lavra, processamento mineral e transformação mineral. • Pesquisa e desenvolvimento de tecnologias mais eficiente es nas etapas de lavra, processamento e transformação mineral (hidro, piro, eletro e bioprocessos), incluindo redução do consumo energético, de água e de emissões.

Elaboração: Tetra Mais, 2023.

5.2.3 Questões do Quadro Estratégico - PPPs

As PPPs, no âmbito estadual e federal, passíveis de interagir com o desenvolvimento da mineração de ferro, compõem o Quadro Estratégico para a AAE, constituindo subsídios para enriquecer sua Etapa de diretrizes e ações.

As PPPs estão relacionadas:

- Ao próprio setor de mineração de ferro, como aquelas necessárias para o desenvolvimento sustentável da mineração, sendo que no âmbito estadual há o Plano de Mineração Estadual (PEM 2040), ainda em elaboração, e no âmbito federal há o Plano Nacional de Mineração 2030, publicado em 2011, além do Plano Nacional de Mineração 2050, com relatórios em finalização, e o Programa de Mineração e Desenvolvimento (PMD) 2020 – 2023;
- Aos investimentos previstos e desenvolvimento integrado do Estado de MG, expostos no Plano Plurianual de Investimentos 2020-2023 e no Plano de Desenvolvimento Integrado do Estado de 2020;
- Ao Meio Ambiente e Emergência Climática, com propostas no âmbito estadual somente para as questões climáticas, contando com o Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais de 2015 e o Plano de Ação Climática *Race to Zero* 2022-2050, de 2022; e no governo federal, contando com a Política Nacional de Meio Ambiente de 1981 e o Plano Nacional sobre Mudança do Clima de 2008 e Plano Setorial de Mitigação e Adaptação e Mudança do Clima na Mineração de 2013, não necessariamente articulados e bastante defasados;
- À Proteção da Biodiversidade, integrada pelo Plano Estadual de Proteção da Biodiversidade de MG, de 2013, e no âmbito federal com a Política Nacional da Biodiversidade, de 2002; o Código Florestal, atualizado em 2012; o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, de 2000, e o instrumento de identificação das Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade, de 2004, vinculado às atribuições do MMA, todos com datas de publicação anteriores a 2013;
- Aos Recursos Hídricos, Saneamento e Resíduos Sólidos envolvendo propostas para ambas as escalas de governo, sendo a de Recursos Hídricos para o governo estadual disponível para 2010 e o Plano Estadual de Saneamento Básico de Minas Gerais de 2022; no âmbito federal há o Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, ambos atualizados para 2022;
- À Segurança de Barragens, com a Política Estadual de Segurança de Barragem de 2019 e com a Política Nacional de Segurança de Barragens de 2010, e suas sucessivas atualizações;
- Ao Desenvolvimento do Turismo, a partir da Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo em Minas Gerais de 2016;

- Ao Desenvolvimento Metropolitano, contando com Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte de 2011;
- Ao Desenvolvimento Ferroviário, a partir do Plano Estratégico Ferroviário de Minas Gerais de 2021; e,
- Ao Zoneamento Ecológico e Econômico de 2008, sem atualizações.

Há assim um extenso arcabouço de propostas que inspiraram as Diretrizes e Recomendações previstas nesta AAE. Deve-se esclarecer que as questões, aqui identificadas, não se referem à avaliação da consistência de cada PPP em si, mas sim à conveniência do seu uso. São elas:

- Discrepância temporal de algumas PPPs, podendo comprometer suas proposições, à medida que o diagnóstico tenha se alterado: no âmbito estadual oito de quatorze PPPs são anteriores a 2016 e, no federal, das sete propostas existentes, cinco antecedem a 2013. Dessa forma, muitas proposições não estão adequadas e não refletem a realidade;
- Planejamento setorial e ambiental desarticulado entre as proposituras federal e estadual: notou-se que, nem sempre há articulação entre as diretrizes e ações nas instâncias em análise, seja em termos de prazos previstos, seja porque propostas federais nem sempre se regionalizam ou porque são concebidas sem essa preocupação;
- Ausência de planejamento regional: não há análises territoriais nas propostas de desenvolvimento do Estado, há somente algum tratamento diferenciado no caso da região metropolitana e colar metropolitana. O ZEE é de 2008, permanecendo sem atualização, desde então. Poucas são as propostas que fornecem direcionamento regional e não há uma proposta de desenvolvimento regional sustentável que considere as distintas especificidades de cada região do Estado, concebendo-as como um sistema integrado.
- Sistema de Avaliação da implementação das PPPs, em Minas Gerais e na esfera federal, permanece incompleto: a avaliação do percentual de ações implementadas foi encontrada somente no caso de dois programas estaduais (PERH e PPAG). Não se dispõe, dessa forma, de informações sobre o grau de implementação de cada PPP, informação substantiva para auxiliar as Diretrizes e Recomendações.

5.3 Quadro Legal

Os requisitos legais aplicáveis à indústria da mineração são diversos e, à abordagem que se apresenta no âmbito desta AAE, interessam aqueles estabelecidos na Constituição Federal e Estadual, na legislação e normativas do Setor Mineral e na legislação ambiental, nas esferas federal e estadual.

A abordagem adotada buscou não ser exaustiva e ateve-se aos aspectos legais caracterizados como efetivamente relevantes à atividade de mineração no estado de Minas Gerais. Objetivou-se, assim, a partir da análise crítica desses instrumentos, identificar os principais desafios normativos, lacunas existentes, e principais tendências, de forma a nortear a proposição de diretrizes no âmbito da AAE.

Nesta AAE, foi elaborada uma avaliação consolidada do cenário legal vigente, aplicável ao setor de mineração no estado de Minas Gerais, sob a forma de “Quadros-Resumo”, que retrataram os diferentes instrumentos legais e normativos incidentes sobre diferentes aspectos do desenvolvimento desse setor, sendo interpretados por eixos temáticos relevantes no que se refere à legislação ambiental, com ênfase nos instrumentos passíveis de impor restrições enérgicas ou condições especiais ao uso de determinado recurso socioambiental, e também àqueles que remetem a processos autorizativos e a compensações vinculadas.

A **Figura 5-76** expressa esse sequenciamento de análise.

Figura 5-76 – Requisitos legais aplicáveis ao desenvolvimento da atividade de mineração no estado de Minas Gerais – Componentes de Análise



Elaboração: Tetra Mais (2023).

O cenário regulatório do Setor Mineral brasileiro vem evidenciando, nos últimos anos, sucessivas revisões e atualizações de ordem conceitual, estrutural e de procedimentos, numa perspectiva mais dinâmica e de evolução dos marcos regulatórios, de forma a acompanhar inovações institucionais, a exemplo da criação da Agência Nacional de Mineração (ANM) - Agência reguladora do setor mineral. Tais avanços pressupõem, ainda, suprir algumas lacunas relacionadas à modernização das práticas de mineração, em linha com as preocupações sociais e ambientais e com a agenda econômica dos territórios onde ela se desenvolve.

O conhecimento técnico consolidado ao longo da AAE, permite afirmar que as atividades de exploração e aproveitamento dos recursos minerais são regidas por uma normativa setorial, concentrada predominantemente na esfera federal, e, complementarmente, por normativas

de outros setores que tenham interface com a mineração. Contudo, observa-se a ausência de integração entre esses setores e uma visão fragmentada do ordenamento jurídico da mineração. Essa fragmentação dificulta tanto a gestão dos recursos minerais quanto a implementação de políticas públicas que beneficiem efetivamente a sociedade.

Como parte da nova agenda de modernização do setor, a ANM vem atuando, sobretudo, na normatização da temática Segurança, que se torna cada vez mais avançada no país. Nesta linha, incrementou as regras existentes sobre operação, monitoramento e fechamento de barragens e as normas de fiscalização e segurança a elas relacionadas, tendo também padronizado o conjunto de procedimentos necessários ao acompanhamento dos planos de fechamento de mina ao longo da sua vida útil. Também incorporou novas regras para o processo de descomissionamento de empreendimentos de mineração e pós-utilização dessas áreas, e regulamentou o aproveitamento econômico de rejeitos e resíduos de mineração. Foram estabelecidos novos critérios para a operação e descaracterização das barragens de rejeitos, com reflexos positivos na segurança operacional dessas estruturas e na segurança dos trabalhadores, das comunidades e do meio ambiente em geral.

Contudo, resta ainda evidenciada a ausência de normativa específica que estabeleça requisitos e critérios para a segurança e gestão de risco das estruturas de disposição de resíduos da mineração em pilhas (estéreis e rejeitos).

No que se refere à Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM, alterações normativas significativas ampliaram a base de cálculo e as alíquotas para fins de incidência, com destaque ao minério de ferro, que tem a maior alíquota do rol das substâncias minerais. Também foram alteradas as parcelas de distribuição entre os entes federados, passando a incluir, no rol dos beneficiários, os municípios afetados pela atividade de mineração, quando a produção não ocorrer em seus territórios (Lei nº 13.540/2017).

Destaque, ainda, à destinação preferencial de pelo menos 20% (vinte por cento) de cada uma das parcelas destinadas ao Estado e aos municípios para atividades relativas à diversificação econômica, ao desenvolvimento mineral sustentável e ao desenvolvimento científico e tecnológico, ficando vedada a aplicação dos recursos em pagamento de dívidas e quadro permanente de pessoal (Lei nº 13.540/2017).

Vale ressaltar a importância da gestão eficiente desses recursos como fonte potencial de investimentos em projetos a serem implementados nos municípios mineradores, e que sejam revertidos em prol da comunidade local, na forma do fortalecimento de arranjos produtivos locais e na melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde e da educação.

Destaque, dentre os novos regramentos do setor minerário, a edição do Decreto nº 11.108/22, que dispõe sobre a criação da Política Nacional de Mineração e do Conselho Nacional de Política Mineral, iniciativa voltada ao equacionamento de questões que assegurem a implementação de políticas públicas destinadas ao desenvolvimento do setor mineral brasileiro.

A criação de política setorial específica para a mineração brasileira marca um avanço para o setor mineral, uma vez que objetiva conceber e implementar ações de longo prazo para

fomentar o desenvolvimento das atividades industriais, aliadas a valores sociais, ambientais e à sustentabilidade, o que poderá contribuir para a credibilidade e a segurança jurídica requisitadas por investidores no setor.

Observa-se que o Conselho Nacional de Política Mineral poderá incrementar a coordenação e articulação da mineração com outras políticas setoriais, superando possíveis situações conflitantes com outras atividades, valores de relevância para a coletividade, reduzindo incertezas no setor mineral.

Sob o enfoque ambiental, o estado de Minas Gerais, por meio da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD e da Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, tem buscado aprimorar os instrumentos de gestão das atividades relacionadas ao processo de licenciamento ambiental e à fiscalização de projetos de mineração. Neste contexto, foi formulado, pioneiramente, um conjunto de regras associadas à segurança de barragens e ao fechamento de mina, além da inclusão de critérios locacionais de enquadramento, bem como a observância dos fatores de restrição e vedação para definição dos procedimentos e estudos a serem adotados no âmbito do processo de licenciamento ambiental. Ressalta-se ainda que foram estabelecidas novas modalidades de licenciamento ambiental, incluindo a emissão de licenças unificadas para determinadas atividades, propiciando menor burocratização e celeridade ao processo. Atualmente essa gestão está a cargo da FEAM em continuidade às ações desenvolvidas no âmbito da SEMAD, de forma que os procedimentos relacionados ao licenciamento ambiental se tornem cada vez mais claros e objetivos, tanto para os empreendedores, quanto para os próprios analistas e gestores ambientais.

Contudo, ainda vêm sendo discutidos instrumentos que orientem o empreendedor no processo de legitimação social de seu projeto, a partir do efetivo diálogo, engajamento e transparência na prestação de contas das empresas com as comunidades de seu entorno, visando a construção de uma percepção positiva e o apoio expressivo das partes interessadas, em todas as etapas de desenvolvimento do empreendimento, visando minimização de riscos e impactos e geração de benefícios e legado.

É importante destacar, conforme análise da equipe técnica da AAE, a ausência de regulamentação de instrumentos voltados à elaboração de estudos regionalizados ou setoriais, que possam subsidiar a tomada de decisão no planejamento de novos empreendimentos de mineração em Minas Gerais.

Considerando que o regramento ambiental envolve multiplicidade temática e inúmeros órgãos intervenientes, observa-se, apesar de todo o aparato legal, insuficiência de instrumentos de integração, evidenciando-se a necessidade de aprimorar o alinhamento entre as normas aplicadas por diferentes setores, o que torna a compreensão e o acompanhamento desse cenário bastante comprometido.

Somado a isso, com a dinâmica recente da promulgação normativa infralegal no âmbito federal, observa-se o descompasso do alinhamento desses instrumentos com aqueles relacionados aos demais setores envolvidos, sobretudo, na esfera estadual, demandando o devido equacionamento.

5.4 Quadro de Governança

No contexto da AAE as diretrizes e recomendações propostas irão se apoiar num quadro institucional próprio e em inúmeros outros entes institucionais dependendo da temática envolvida. O papel do Quadro de Governança⁷ é deste modo vital para assegurar sua efetividade e implementação (Partidário, 2012), endereçando os direitos e obrigações para uma responsabilidade compartilhada, com foco em um processo de aprendizagem coletiva.

Na apresentação do Quadro de Governança do setor de mineração e, em especial, da mineração de ferro no contexto da AAE, importa reconhecer os entes institucionais componentes, com suas competências e decisões relacionadas com as questões mais prementes, em face do quadro regulatório e político institucional do setor.

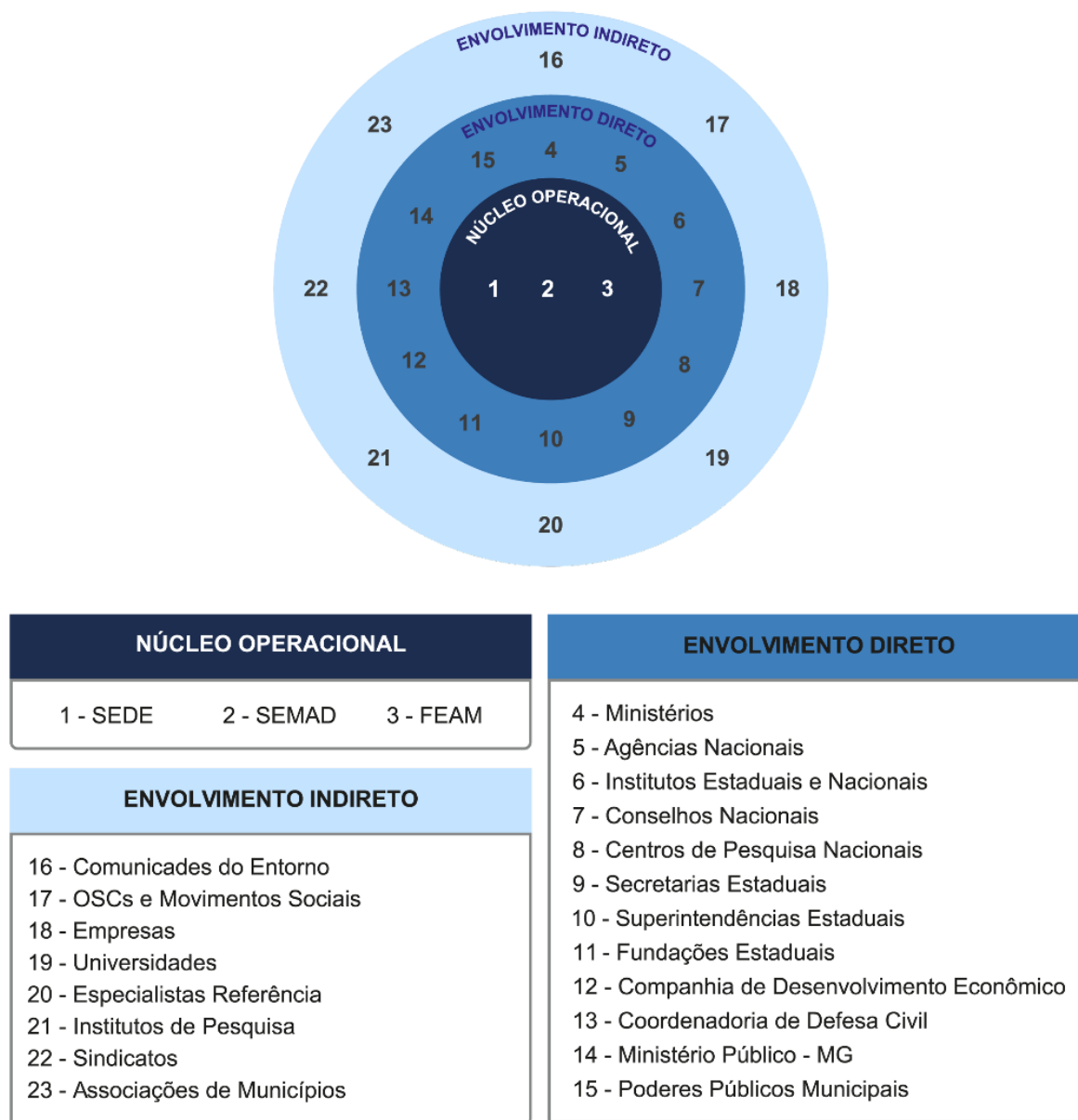
Numa perspectiva de busca contínua por aprimoramento, os esforços de cooperação entre os entes envolvidos com a indústria de mineração – Governo, setor privado e sociedade - devem cada vez mais se direcionar por um processo de planejamento e gestão estratégica com segurança jurídica, previsibilidade e confiabilidade, beneficiando não apenas o setor, mas também as comunidades e o meio ambiente.

As mudanças de comportamento da sociedade civil observadas nos últimos anos, com conexão instantânea e maior capacidade de articulação, contribuem para a definição de alguns dos valores que norteiam as tomadas de decisão do setor, como transparência, prestação responsável de contas à sociedade e equidade. Esta última relacionada ao tratamento justo e uniforme das partes interessadas, considerando os seus direitos, deveres, expectativas e interesses.

Duas esferas do Governo de Minas Gerais encabeçaram o arranjo de Governança da construção deste instrumento, representando os interesses do setor do minério de ferro e ambiental, com integrantes da SEDE, SEMAD e FEAM, porém outras representações do setor público e da sociedade civil foram também relevantes (**Figura 5-77**).

⁷ O Quadro de Governança efetivo da AAE está sujeito a ajustes e complementações no decorrer da Fase de Assimilação.

Figura 5-77 – Quadro de Governança – elaboração da AAE – Decisão



Elaboração: Tetra Mais (2022).

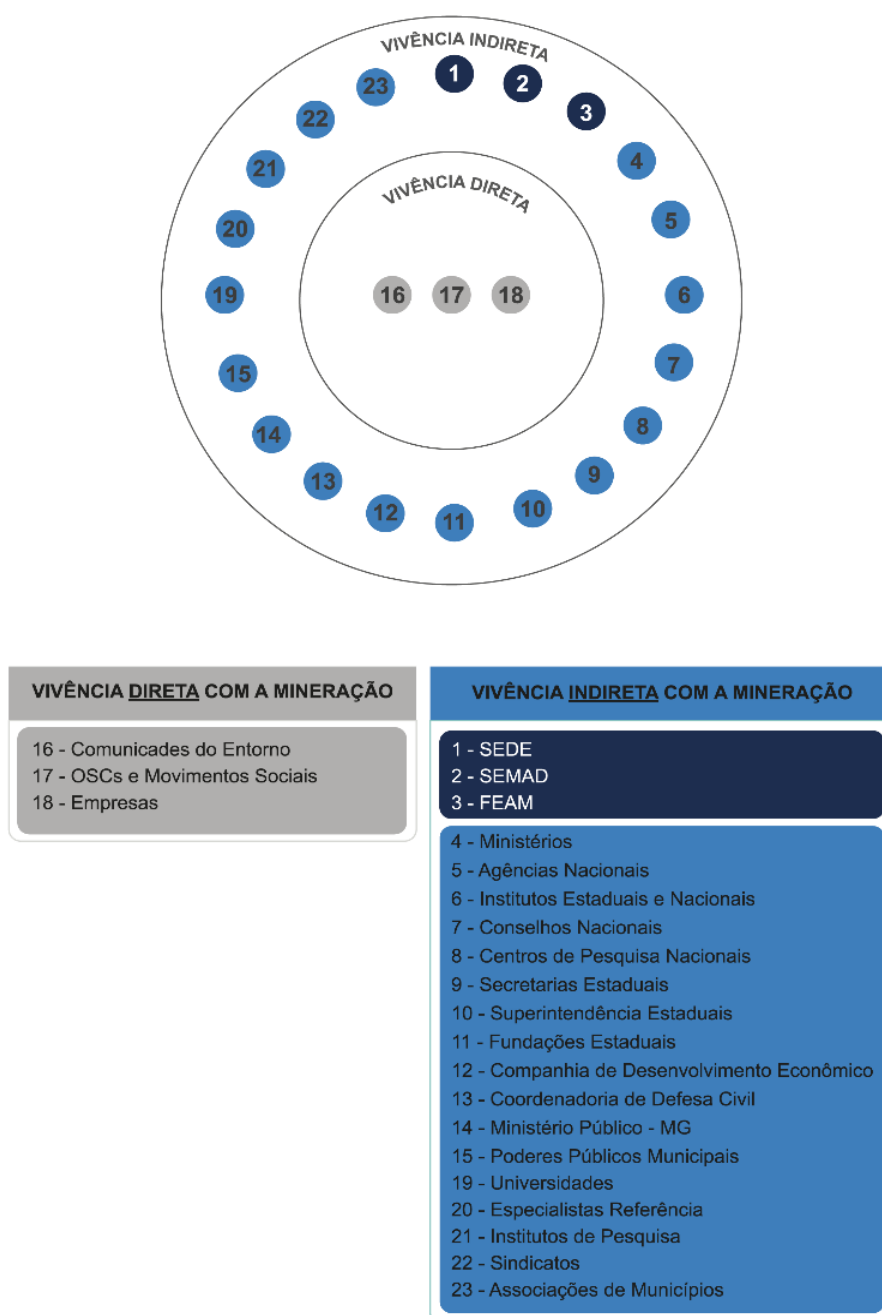
Quanto à vivência com a mineração, considerando seus efeitos positivos e negativos no cotidiano, importa ressaltar o envolvimento direto das comunidades do entorno, da sociedade civil organizada e das empresas do setor, e o envolvimento indireto de agentes do governo (**Figura 5-78**).

O entendimento do contexto da vivência com a mineração traz à pauta a necessidade de fortalecimento das articulações e cooperação entre os diversos atores sociais e políticos envolvidos com o setor, de modo a assegurar uma boa governança, que é um requisito

fundamental para o desenvolvimento sustentado ao incorporar ao crescimento econômico a equidade social e os direitos humanos (Santos, 1997 apud Gonçalves, 2005).

Assim sendo, os atores-chave identificados e mapeados no contexto do Plano de Engajamento e Participação Social (PPES) foram classificados segundo seu envolvimento e vivência com a mineração, bem como seu papel no processo AAE.

Figura 5-78 – Vivência com a mineração de ferro



Elaboração: Tetra Mais (2022).

A análise conjunta desses quadros possibilita uma visão global e integrada das relações socioinstitucionais relacionadas à AAE, associada aos temas que permeiam a mineração de ferro, subsidiando a definição de caminhos para a cooperação e responsabilidade compartilhada entre os envolvidos na construção e implementação dos resultados deste instrumento.

Além de promover a atuação em rede colaborativa na cadeia produtiva do minério de ferro e nas regiões mineradoras e seu entorno, considerados os princípios da colaboração, transparência, compartilhamento e o empoderamento dos participantes, a Governança da AAE tem o potencial de fortalecer e fomentar a integração do setor de mineração em instâncias de planejamento e ordenamento territorial. Isso visa harmonizar sua atuação com os demais usos do território minerador e promover o desenvolvimento regional dessas áreas. Além disso, pode contribuir significativamente para a atualização e articulação das políticas, planos e programas setoriais, ambientais e sociais do governo, bem como para o alinhamento regulatório aplicável à cadeia produtiva da mineração de ferro.

6 ETAPA II – ENFOQUE

A Etapa II - Enfoque trata dos Fatores Críticos à Decisão - FCD, aprofundando os pontos-chave que conduzem o processo AAE de pensamento estratégico, identificados a partir de análises integradas.

6.1 Conceitos adotados

Nas análises da Etapa I, a base territorial da AAE da extração de minério de ferro foi contextualizada segundo diferentes temas considerados estratégicos, numa perspectiva de médio e longo prazo, focando-se nas questões relevantes, ou seja, aquelas que criam limitações à sua sustentabilidade em múltiplas dimensões.

Os temas estratégicos considerados nesta AAE foram:

- Governança Institucional;
- Quadro Regulatório;
- Planejamento Setorial e Ambiental / Políticas, Planos e Programas;
- Inovações Tecnológicas e Cadeia Produtiva;
- Barragens de Rejeito;
- Dimensão Econômica, Social e Institucional;
- Dimensão Cultural;
- Biodiversidade;
- Recursos Hídricos.

A contextualização desses temas estratégicos constitui a base analítica referencial para desenvolver uma abordagem de pensamento estratégico, na medida em que considerou rigorosamente três direções em suas abordagens:

- Assegurar foco na escolha correta dos temas estratégicos e respectivas questões relevantes que, concretamente, interessam para a extração do minério de ferro rumo a processos sustentáveis, considerando o médio e o longo prazo;
- Considerar enfoque sistêmico e integrado e valorizar análises relativas – um tema em relação aos demais e multiplicar o conhecimento adquirido, abordagem exercitada no decorrer dos trabalhos; e,
- Engajar sucessivamente stakeholders, estimulando a criação de cultura e mentalidade estratégicas durante os eventos e nos processos de decisão decorrentes. Ainda, incluir processos políticos, inserindo nos trabalhos a rede de atores associados à mineração de ferro e praticando o diálogo, tal como foi feito no bojo do Plano de Participação e Engajamento Social – PPES.

O conceito de desenvolvimento sustentável, adotado como ideia-força e fundamento da presente AAE, dadas suas dimensões multifacetadas, permanece em contínua adaptação na literatura nacional (HADDAD, 2022) e internacional, mas, neste momento assumiu-se a seguinte compreensão:

- sustentabilidade econômica do setor de minério de ferro: implica a gestão eficiente dos recursos e caracteriza-se pela regularidade de fluxos do investimento público e privado, garantindo níveis otimizados de produtividade, competitividade e sustentabilidade;
- sustentabilidade das economias locais: quer dizer que os recursos disponíveis – capital financeiro, mão de obra, empreendedores, infraestrutura econômica entre outros - são utilizados de forma a garantir a produtividade sistêmica e a manutenção de estoques de capital natural incorporados às atividades produtivas;
- sustentabilidade social: tem como referência a qualidade de vida da população, compreendendo renda monetária e não monetária, com universalização do atendimento aos serviços, principalmente na saúde, educação, habitação e seguridade social;
- sustentabilidade ambiental: se traduz na manutenção da capacidade de sustentação dos ecossistemas, ou seja, sua capacidade de absorção e recomposição em face das interferências antrópicas;
- sustentabilidade política: refere-se ao processo de construção da cidadania em sentido amplo, incorporando os indivíduos e as comunidades ao processo de desenvolvimento, cabendo aos gestores públicos a adoção de instrumentos que conjuguem o equilíbrio entre a economia, a equidade social e a saúde ambiental;
- sustentabilidade cultural - traduz a capacidade de manter a diversidade de culturas, valores e práticas numa dada região, garantindo sua identidade e perpetuação do legado;
- sustentabilidade institucional: traduz a base sólida de instituições com governança adequada para comandar a adoção dos critérios de sustentabilidade e sua gestão; e,
- sustentabilidade espacial: quer dizer a busca de maior equidade nas relações inter-regionais.

Admite-se que o uso do termo estratégico segue no sentido de manter uma perspectiva desejável no longo prazo, considerando o horizonte de 2040. E, tanto quanto possível, os temas estratégicos à sustentabilidade da mineração de Ferro são analisados em marcos temporais que refletem, sem muita rigidez de corte temporal:

- situação atual – analisada com dados e informações, os mais recentes possíveis;
- curto prazo, algo em torno de cinco anos, tempo suficiente para deflagrar processos econômicos que, por sua vez, desencadeiam outros efeitos sobre sustentabilidade;
- médio prazo, considerando a evolução do setor minerário, em um corte intermediário, podendo-se atingir algo próximo a 10 anos, em que processos iniciados ainda não consolidam uma nova dinâmica de apropriação de recursos naturais, econômicos, sociais e institucionais;
- longo prazo, superior a 10 anos, quando a presença minerária modifica estruturalmente a economia, o padrão de governança e altera os usos dos fatores ambientais, como recursos hídricos e a biodiversidade.

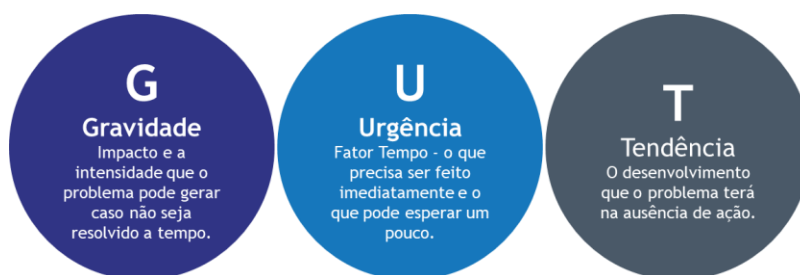
6.2 Seleção dos Fatores Críticos à Decisão (FCD)

A avaliação conjunta das questões relevantes, na base territorial constituída pelas AAb, apoiada por critérios de GUT - Gravidade, Urgência e Tendência, permitiu selecionar concretamente os FCD e suas questões decisórias.

A matriz GUT refere-se a uma ferramenta que permite identificar, observar, analisar e priorizar a necessidade de soluções para problemas e desafios de uma organização, denominada, portanto, como matriz de priorização, conjugando os três elementos citados: (i) Gravidade – efeitos do problema caso não venha a ser resolvido; (ii) Urgência – tempo necessário à sua solução e o tempo que se tem para iniciar essa solução; e, (iii) Tendência – seu comportamento caso nenhuma solução venha a ser adotada.

Assim, cada questão relevante foi avaliada considerando os pesos e pontuações estabelecidos para cada critério (**Figura 6-1 e Quadro 6-1**).

Figura 6-1 – Matriz GUT para organizar as questões por prioridade.



Elaboração: Tetra Mais (2023).

Quadro 6-1 – Matriz GUT

Gravidade (Peso 2)	Urgência (Peso 1)	Tendência (Peso 1)
Nada grave - 1	Não é urgente - 1	Estável/ como está – 1
Pouco grave – 2	Pouco urgente – 2	Pode piorar em longo prazo (acima de 10 anos) - 2
Grave - 3	Urgente - 3	Pode piorar em médio prazo (até 10 anos) - 3
Muito grave – 4	Muito urgente - 4	Pode piorar em curto prazo (5 anos) – 4
Extremamente grave – 5	Extremamente urgente - 5	Pode piorar já - 5

Elaboração: Tetra Mais (2022).

A partir de todos esses resultados, devidamente integrados foram reconhecidos cinco FCD e 20 questões decisoriais.

No contexto exposto, os FCD derivam de temas estratégicos e têm identidade de conteúdo. Estão relacionados à sustentabilidade do setor de minério de ferro e se expressam sob a forma de questões decisoriais.

As questões decisoriais foram identificadas a partir de interpretação técnica, baseada em estudos e análises realizados, balizadas por diálogos com os agentes relevantes (participação social), de modo a considerar diferentes percepções sobre como afetam o setor e territórios.

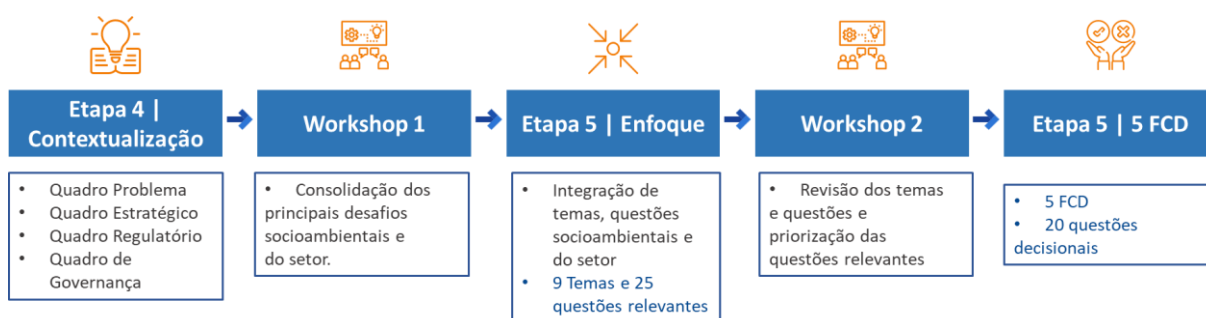
Em todos os cinco FCD, há questões a serem enfrentadas que têm marcado a história da mineração e que limitam processos sustentáveis e envolvem respectivos processos decisórios complexos. Com essa importância, são entendidas como questões decisoriais e que devem ser encaminhadas/solucionadas no bojo de uma política, plano ou programa públicos.

Desse modo, nove temas estratégicos transformaram-se em cinco FCD (**Figura 6-2**) e 25 questões relevantes transformaram-se em 20 questões decisoriais.

Figura 6-2 – Fatores Críticos à Decisão – FCD

Elaboração: Tetra Mais (2022).

O sequenciamento metodológico dessas análises é apresentado na **Figura 6-3**.

Figura 6-3 – Sequenciamento Metodológico.

Elaboração: Tetra Mais (2023).

No **Quadro 6-2** são apresentados os cinco FCD, destacando-se a correspondência de cada um com as discussões da Etapa I - Contextualização.

Quadro 6-2 – FCD e correspondência com a Etapa I da AAE

FCD	ETAPA I – Estratégias e Contextualização
FCD 1- Governança Institucional e Regulatória	Quadro de Governança Quadro Regulatório Quadro Estratégico
FCD 2 - Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas	Quadro Problema: Elos da Cadeia Produtiva da Extração do Minério de Ferro (Componentes do Sistema Produtivo, Tecnologia Dominante e Perspectivas, Barragens de Rejeito e Riscos Associados)
FCD 3 – Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração	Quadro Problema: • Barragens de Rejeito e Riscos Associados • Quadro Regulatório • Quadro Estratégico
FCD 4 - Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos Municípios	Quadro Problema: • Força Econômica, Condições Sociais e Gestão Pública • Força Cultural
FCD 5 - Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos	Quadro Problema: • Biodiversidade • Recursos Hídricos

Elaboração: Tetra Mais (2022).

6.3 Fatores Críticos à Decisão (FCD) e suas questões decisoriais

Para o FCD 1 - Governança Institucional, FCD 2- Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas e FCD 3 – Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração, as questões decisoriais são gerais e independem dos estágios em que se encontram em cada Área de Abrangência. Por outro lado, a maior parte das questões decisoriais do FCD 4 - Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos Municípios e FCD 5 - Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos apresenta diferenciais por AAb, em correspondência às especificidades dos territórios analisados.

A avaliação das questões decisoriais dos cinco FCD engloba tanto os critérios técnicos e metodológicos utilizados pela equipe técnica como os resultados dos alinhamentos e consensos resultantes da participação social do Workshop 2 – Fatores Críticos à Decisão.

6.4 Análise Individualizada por FCD

6.4.1 FCD 1 - Governança Institucional e Regulatória

A Governança Institucional e Regulatória é o conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle voltados à avaliação, ao direcionamento e ao monitoramento da gestão, com vistas à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade⁸. É importante a participação efetiva das partes interessadas, a transparência e a prestação de contas, com processos estruturados e voltados à minimização de riscos quanto ao alcance dos objetivos institucionais pretendidos. Maximiza a probabilidade de benefícios aos interessados.

O conhecimento técnico acumulado ao longo da AAE, enriquecido pela participação social, revela que, no setor da mineração de ferro, fatores relacionados à Governança Institucional e Regulatória muitas vezes podem dificultar seu pleno exercício:

- O setor é oligopolizado – há poucas empresas que lideram o mercado interno e externo;
- O mercado externo provê divisas para a balança comercial do País, envolvendo interesses nacionais macroeconômicos, para além do estado de Minas Gerais;
- O encadeamento produtivo com vários segmentos da indústria de base resulta em matriz produtiva intersetorial dependente da própria mineração;
- O setor, dotado de determinismo geográfico, é indutor de emprego e renda, contribuindo para o adensamento da urbanização nas regiões mineradoras, demandando o continuado planejamento territorial regional pelo poder público.

Esse conjunto de fatores, reconhecidamente complexos, exige que a Governança Institucional e Regulatória seja entendida como um sistema e, como tal, exercida de forma integrada entre os diferentes órgãos e esferas de governo, ouvida a sociedade civil, a academia e a comunidade, sob a liderança institucional obrigatoriamente do estado de Minas Gerais.

O efetivo exercício da Governança Institucional e Regulatória do setor da mineração de ferro no estado de Minas Gerais implica a contínua superação de desafios. Segundo análise realizada pela equipe técnica da AAE, envolve, por exemplo, o reconhecimento da capacidade de suporte ambiental dos distritos feríferos, como fundamento para o planejamento territorial regional e participativo dessas regiões, com vistas ao seu ordenamento territorial.

“De maneira simplificada, enquanto o planejamento territorial tem o objetivo de diagnosticar e propor diretrizes para o uso e solução de problemas, o ordenamento territorial é um instrumento para a implantação de políticas no território”, sendo ambos de competência do poder público, ouvida a sociedade civil. “O ordenamento territorial implica a compatibilização de usos, interesses e políticas no processo de estruturação do espaço, mediante articulação

⁸ Art. 2º, I do Decreto 9203/2017 que dispõe sobre a Política de Governança da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional.

e negociação entre os diferentes agentes sociais, expresso em leis e códigos regulatórios” (MEDEIROS, 2023). Sua efetividade sustenta a credibilidade do Estado na aplicação da lei.

Outro desafio no âmbito da Governança Institucional e Regulatória refere-se à regulamentação da participação social nos processos relativos à atividade minerária. Para Schuman, em 1995, *“a legitimidade é construída socialmente na medida em que reflete a congruência entre a entidade e as crenças de algum grupo social”, e “depende de uma participação coletiva”. “A legitimação de uma organização pode ser entendida como uma percepção ou premissa generalizada que as ações de uma organização são desejáveis, adequadas ou apropriadas em algum sistema socialmente construído de normas, valores, crenças e definições”* (FANK; BEUREN, 2010)

Em complemento, o próprio ICMM reconhece que *“a qualidade das relações comunitárias pode ser decisiva para um projeto. Obter e manter o apoio comunitário é fator-chave para a viabilidade em longo prazo de qualquer operação”*. E mais, o ICMM *“espera que as empresas de mineração e metais, além de se envolverem com essas comunidades em conversas e decisões, contribuam para o desenvolvimento comunitário em longo prazo”* (ICMM, 2023)

Na sequência, são expressas as Questões Decisórias que, prioritariamente, refletem os desafios associados à Governança Institucional e Regulatória voltada ao setor da mineração de ferro.

As questões decisórias relativas à Governança Institucional e Regulatória e os critérios de avaliação adotados são apresentados no **Quadro 6-3**.

Quadro 6-3 – Questões Decisórias do FCD 1 - Governança Institucional e Regulatória

FCD 1 - GOVERNANÇA INSTITUCIONAL E REGULATÓRIA	
QUESTÃO DECISORIAL 1.1 Insuficiência de ações governamentais voltadas à articulação de instrumentos multissetoriais e interdisciplinares, com vistas ao planejamento territorial regional e participativo, além do planejamento local, que considerem a capacidade de suporte dos fatores socioambientais para o desenvolvimento da atividade da mineração de ferro.	
Gravidade	Extremamente grave. A desarticulação do planejamento e a insuficiência de instrumentos institucionais integrados comprometem a adequada compatibilização dos diferentes usos do solo com os recursos socioambientais existentes.
Urgência	Extremamente urgente. A intensificação do uso e ocupação do solo do Quadrilátero Ferrífero (QF) justifica a urgência do planejamento territorial regional e participativo. Para os demais distritos ferríferos, deve-se evitar que tal cenário se repita.
Tendência	Pode piorar já. A continuidade das atividades minerárias em curso, somadas às expectativas de sua expansão e de novos empreendimentos concorrem com a aceleração da urbanização no QF; nos demais distritos, trata-se de atuar preventivamente.
QUESTÃO DECISORIAL 1.2 Ainda que reconhecida a competência exclusiva da esfera federal quanto à regulamentação do setor mineral, a insuficiência de ações institucionais de planejamento e gestão do Estado no que se refere à atividade de mineração sob sua tutela, pode comprometer a eficácia regulatória e sua respectiva credibilidade.	
Gravidade	Muito grave. A credibilidade regulatória do Estado é basilar para disciplinar o desenvolvimento da atividade minerária de forma ambientalmente responsável.
Urgência	Muito urgente. A melhoria da credibilidade institucional e da reputação do setor requer tempo para a sua consolidação.
Tendência	Pode piorar no curto prazo. Credibilidade e reputação são grandezas que podem se retroalimentar.
QUESTÃO DECISORIAL 1.3 Insuficiência de instrumentos institucionais que disciplinem e orientem o setor de mineração para uma relação transparente com as comunidades afetadas, evitando impactos e riscos à sua integridade e a seus modos de vida e possibilitando sua efetiva participação em processos que lhes dizem respeito, subsídio à legitimação social e construção de percepção positiva das partes interessadas, ao longo de toda a vida do empreendimento e, inclusive, no planejamento de seu fechamento.	
Gravidade	Grave. Cada vez mais, conflitos entre empresas e comunidades são frequentes e a viabilidade do empreendimento depende de sua viabilidade social.
Urgência	Muito urgente. Quanto antes se disciplinar essa relação, melhor a credibilidade institucional e a reputação do setor.
Tendência	Pode piorar já. No QF há evidências de comprometimento nas relações empresa/comunidade; nos demais distritos, a atuação preventiva se faz relevante.

Elaboração: Tetra Mais (2023).

6.4.2 FCD 2 - Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas

A inovação implica a introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho (Art. 2º, IV da Lei Federal no 10.973/2004, alterada pela Lei Federal 13.243/2016).

As conclusões analíticas da equipe da AAE, que incorporam importantes contribuições da participação social, permitem verificar que as inovações tecnológicas voltadas à mineração vêm sendo continuamente disponibilizadas, inclusive aquelas associadas à redução de coeficientes técnicos relacionados ao uso dos recursos naturais em diferentes etapas do processo produtivo.

O setor empresarial reconhece que construir o futuro da mineração sem inovar é impossível. Manifesta que só com a inovação é possível otimizar processos, impulsionar negócios, gerar valor e aumentar a relevância da atuação empresarial em temas conectados aos aspectos ambientais, sociais e de governança (ESG).⁹ No que se refere à mineração de ferro, há diversas iniciativas em desenvolvimento com vistas também a evidenciar a adesão do setor empresarial aos princípios e requisitos ESG.

Os rompimentos das barragens em 2015 e 2019, bem como as manifestações de alterações climáticas, são determinantes dos desafios a serem objeto de inovações no setor da mineração, quais sejam: *(I) a geração, disposição e o reaproveitamento dos rejeitos da mineração; (II) o consumo da energia; (III) a demanda hídrica nos processos; (IV) a mitigação da emissão de gases de efeito estufa e adaptação às mudanças climáticas.*

O reaproveitamento de rejeitos é solução ambiental e socialmente responsável; entretanto, para beneficiar e “reconcentrar” o mineral útil contido no rejeito, as técnicas atuais deverão ser modificadas/inovadas, visto sua ocorrência na forma de partículas finas e ultrafinas. Em decorrência, a exploração do potencial econômico dos rejeitos minerais contribuirá para a redução do volume das barragens, com reflexos positivos sobre sua manutenção e estabilidade¹⁰.

Além disso, o exercício da circularidade na mineração, envolvendo colaboração e integração de outros setores, trará à mineração “a possibilidade de transformar o desenvolvimento tecnológico da área em soluções de negócios circulares em escala”¹¹, com a agregação de novos elos à cadeia produtiva da mineração de ferro e com reflexos em novas oportunidades para a geração de emprego e renda.

⁹ Conhecimento técnico acumulado da equipe, reiterado em inúmeras manifestações do IBRAM nos workshops da AAE e do PEM.

¹⁰ Adaptado de ABM WEEK. **Workshop: Economia circular na mineração: soluções baseadas em modelos de negócio.** Parceria IPT e ABM. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, jun. 2022. Disponível em: <https://www.abmbrasil.com.br/por/evento/abm-week-6-edicao/workshop-3>. Acesso em: agosto de 2023.

¹¹ Exchange 4 Change Brasil. Junho, 2022.

A logística de transporte adotada para o escoamento dos produtos da mineração de ferro em Minas Gerais e para viabilizar sua cadeia de abastecimento, é elo imprescindível da cadeia produtiva da mineração de ferro, e como tal deve ser gerenciada – o que poderá exigir inovações, inclusive no arranjo operacional do projeto e/ou do empreendimento.

Assim, o estado de Minas Gerais tem papel importante na indução e no fomento de projetos de inovação para a cadeia produtiva da mineração de ferro em seu território. É relevante sua participação no incentivo à aceleração no desenvolvimento e implantação de soluções inovadoras para a superação dos desafios que se apresentam, inclusive com vistas à construção continuada da sustentabilidade do setor de mineração.

As questões decisórias relativas ao Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas e os critérios de avaliação adotados são apresentadas no **Quadro 6-4**.

Quadro 6-4 – Questões Decisórias do FCD 2 - Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas

FCD 2 - PROCESSO DE MINERAÇÃO DE FERRO E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS	
QUESTÃO DECISORIAL 2.1	
Planos e programas de fomento ao desenvolvimento de novas tecnologias voltadas à minimização da geração dos resíduos da mineração, à sua disposição e ao seu aproveitamento econômico, associados à otimização do uso dos recursos hídricos e observados os requisitos de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas.	
Gravidade	Extremamente grave. A redução gradativa dos teores de minério resulta na geração crescente de resíduos da mineração. O aproveitamento econômico desses resíduos de geração contínua é fator determinante para a atividade de mineração. Há evidências de alterações climáticas com possibilidade de interferência na segurança das estruturas de disposição de resíduos, com reflexo nas comunidades presentes em seu entorno e, inclusive, nas Zonas de Auto Salvamento (ZASs).
Urgência	Extremamente urgente. Há fundamentação legal para esse aproveitamento e novas alternativas de disposição; entretanto, projetos demandam tempo para sua maturação e viabilização.
Tendência	Pode piorar já, pela intensificação da produção, inclusive pela chegada de novos projetos de mineração.
QUESTÃO DECISORIAL 2.2	
Insuficiência de ações institucionais voltadas ao reconhecimento da Logística de Transporte como elo imprescindível da cadeia produtiva da mineração de ferro, considerando os impactos adversos e riscos associados a esse transporte.	
Gravidade	Muito grave. A logística de transporte pode impactar a mobilidade urbana, dificultar a expansão da cadeia produtiva da mineração e comprometer as pequenas e médias mineradoras.
Urgência	Extremamente urgente. Melhorias na Logística de Transporte exigem ações de longa duração quanto ao seu desenvolvimento, tendo em vista evitar o transporte compartilhado em rodovias.
Tendência	Pode piorar já. Intensificação e chegada de novos projetos de mineração.

QUESTÃO DECISIONAL 2.3

Insuficiência de ações institucionais que disciplinem a adoção, pela atividade da mineração de ferro, de inovações voltadas à adaptação a potenciais efeitos das mudanças climáticas, assim como à redução das emissões de gases de efeito estufa.

Gravidade	Muito grave. A presença de estruturas industriais diversas, co-localizadas, potencializa efeitos cumulativos e sinérgicos, notadamente em se tratando do QF.
Urgência	Muito urgente. Alternativas de soluções demandam tempo para que venham a ser desenvolvidas e implantadas. Soma-se a isto, o compromisso já firmado pelo estado de MG de zerar as emissões até 2050 - Campanha <i>Race to Zero</i> . (FEAM, 2023).
Tendência	Pode piorar no curto prazo. Eventos climáticos diferenciados vêm sendo percebidos, assim como registrados seus efeitos adversos.

Elaboração: Tetra Mais (2023).

6.4.3 FCD 3 - Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração

Os desastres recentes ocorridos em Minas Gerais despertaram a atenção para a gravidade dos riscos associados às atividades de mineração de ferro no Estado. Em decorrência, a sociedade vem manifestando, de forma mais veemente, sua insegurança quanto às potenciais ameaças vinculadas à presença de operações minerárias em seus territórios, sobretudo no que se refere à garantia da efetiva segurança das estruturas de disposição de resíduos da mineração hoje existentes, sejam pilhas e/ou barragens.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos caracteriza como resíduos da mineração aqueles gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios. Isto implica dizer que as frações denominadas estéreis e rejeitos da mineração devem ser entendidas como potencialmente dotadas de valor econômico – até que sejam esgotadas todas as possibilidades de seu tratamento e recuperação.

A existência de reservas minerais dotadas de menores teores de ferro implica maior coeficiente de geração de resíduos da mineração por tonelada de minério de ferro produzida – intensificando a demanda por estruturas para a disposição desses resíduos e, ao mesmo tempo, o interesse pelos resíduos até então dispostos nas barragens.

Se consideradas as atuais estruturas de barragens instaladas e a abrangência de suas potenciais manchas de inundação, há inúmeras instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura, de relevância socioeconômica e cultural, inseridas em áreas que podem ser afetadas frente a eventuais comprometimentos dessas estruturas.

Assim, nesse contexto complexo e dinâmico, deve-se assegurar à sociedade em geral o pleno direito ao acesso à informação fidedigna, organizada e atualizada em relação às atividades da mineração de ferro no estado de Minas Gerais, sobretudo no que se refere à segurança das estruturas de contenção dos resíduos de mineração.

No quadro atual, observa-se que os dados e informações relativos às atividades da mineração de ferro estão dispersos em variadas fontes, públicas e privadas, tais como: os Relatórios de Sustentabilidade das empresas mineradoras, relatórios e manifestações diversas do IBRAM, pareceres dos processos de licenciamento ambiental das atividades de mineração.

Nos termos da Política Estadual de Segurança de Barragens – PESB, foi concebido e vem sendo desenvolvido em Minas Gerais o Sistema de Informações de Gerenciamento de Barragens – SIGIBAR – plataforma *online* hospedada no Portal Ecossistemas. Conforme a FEAM, o projeto SIGIBAR prevê a estruturação de um total de 13 módulos, concentrando a gestão de barragens em um único sistema, com dados disponibilizados à consulta pública, incluindo-se aqueles relativos aos Planos de Ação de Emergência (PAE) e dados de geoprocessamento, dentre outras funcionalidades.

Apesar dos avanços obtidos, a sociedade civil vem solicitando o acesso público às informações relativas à disposição dos resíduos da mineração de ferro, conforme manifestado nos workshops associados à elaboração desta AAE.

Por fim, ainda que reconhecida a competência exclusiva da esfera federal quanto à regulamentação do setor mineral, é importante que todos os requisitos e critérios estabelecidos nesta esfera estejam refletidos na legislação estadual e na qualidade das informações disponibilizadas, denotando efetiva articulação e integração entre os entes federados, atributo fundamental ao fortalecimento da credibilidade regulatória do estado frente à população.

A questão decisional relativa à Gestão Institucional das Estruturas de Disposição dos Resíduos da Mineração e os critérios de avaliação adotados são apresentados no **Quadro 6-5**.

Quadro 6-5 – Questões Decisionais do FCD 3 Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração

FCD 3 - GESTÃO INSTITUCIONAL DE ESTRUTURAS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DA MINERAÇÃO	
QUESTÃO DECISIONAL 3.1	
Insuficiência de ações institucionais relativas à Gestão da Informação voltada para a sociedade em geral, em relação à mineração de ferro e, com ênfase, às estruturas de disposição de resíduos da mineração em pilhas e em barragens, frente às demandas por informações consistentes, atualizadas, consolidadas e prontamente disponibilizadas.	
Gravidade	Extremamente grave. A Gestão da Informação é fator basilar para a "prestação de contas" à comunidade, para a sua segurança e, inclusive, para o planejamento de outras atividades.
Urgência	Extremamente urgente. O aperfeiçoamento do controle da informação demanda prazos para a sua operacionalização.
Tendência	Pode continuar como está. Caso o sistema de gestão de informações não seja implantado e efetivo.

Elaboração: Tetra Mais (2023).

6.4.4 FCD 4 - Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural

Os temas estratégicos abordados para o território compreendem questões relacionadas à sustentabilidade econômica, social, institucional/gestão e cultural, avaliadas por meio de indicadores municipais nas três Áreas de Abrangência. Seu grau de sustentabilidade caracteriza-se como FCD na medida em que são identificadas situações locais que não seguem trajetórias adequadas rumo a processos sustentáveis, posicionando-se muito aquém de um comportamento desejável. Entende-se aqui sustentabilidade em quatro dimensões:

- Na dimensão econômica – economias locais capazes de alocar eficientemente seus fatores de produção, e/ou alocação eficiente dos recursos naturais no sentido de gerar riqueza, produtividade sistêmica e renda para a população;
- Na dimensão social – bem-estar da população auferindo renda e desfrutando bens e serviços que garantem qualidade de vida;
- Na dimensão institucional – estrutura administrativa, normativa e participativa suficiente para prover bens e serviços à população em condições adequadas e com geração de valor público; e
- Na dimensão cultural – capacidade de manter a diversidade de culturas, valores e práticas numa dada região, garantindo sua identidade e perpetuação do legado.

Quanto mais um município se afastar do padrão desejável de sustentabilidade, mais problemas expressos sob a forma de Questões Decisionais deverão ser enfrentados e endereçados.

6.4.4.1 Sustentabilidade Econômica, Social e Institucional

Historicamente, a distribuição espacial das minas de ferro em Minas Gerais acabou impondo potencialidades diferenciadas às economias locais dos distritos minerários, garantindo a atração de investimentos significativos do setor aos municípios detentores de minas e distinguindo-os economicamente no contexto regional.

Os municípios minerários se destacam, evoluindo com PIB a taxas anuais superiores, com indicadores de renda também superiores à média estadual, com receita orçamentária estimulada pela CFEM e com instituições mais sólidas, usufruindo de externalidades positivas.

No entanto, esse processo de causação circular, ao mesmo tempo que desencadeia ciclos virtuosos de crescimento, pode provocar efeitos negativos em três direções:

- O protagonismo e a escala do setor de mineração de ferro numa dada economia acabam inibindo a chegada de outros segmentos produtivos ao município, pois sua operação absorve: a mão-de-obra e o capital humano disponíveis localmente, a infraestrutura viária utilizada de forma preponderante, as oportunidades do mercado imobiliário com desajustes de demanda e preços, os serviços públicos disponíveis, entre outros recursos apropriados pelo setor, levando à minero-dependência da economia local.

- Associada a essa dependência econômica ao setor de minério de ferro no município, há também forte dependência à governança corporativa das empresas mineradoras, resultante da estrutura oligopolista desse mercado. Dessa forma, com essa organização industrial, os municípios, além de estarem sujeitos ao setor de minério de ferro, dependem muitas vezes de uma única empresa, de seu comportamento em relação à Prefeitura, de sua relação com a população, convivendo com situações de quase conflito ou mesmo de conflitos conflagrados com as comunidades do entorno. Entrevistas realizadas em Estudo de 2012 (Viana, 2012), com comunidades do entorno de 10 empreendimentos minerários pesquisados, revelou que 85% dos entrevistados defendiam a continuidade da atividade minerária somente se houvesse adoção de medidas mais favoráveis às comunidades e ao ambiente.
- Outra direção inevitável, que já ocorreu e ocorrerá em prazo não exatamente conhecido, tem a ver com a exaustão das minas e sua finitude. O fechamento de mina é um processo complexo, mas o encerramento da produção é inexorável e irá continuar acontecendo, restando desemprego, fechamento de empresas dependentes e redução drástica da receita orçamentária, ou seja, deterioração econômica, social e institucional. Também usos futuros para as áreas ocupadas pela exploração de minas serão decididos caso a caso, em conformidade com a legislação vigente, dependendo de especificidades locais sem, no entanto, ter potencial para reverter a situação pós-fechamento. E o empobrecimento local pode se manifestar com reversão dos efeitos positivos até então gerados.

Nesse sentido, é fundamental que as ações de reabilitação das áreas mineradas possam propiciar um uso futuro alinhado às aptidões e vocações territoriais, bem como às demandas locais e regionais, e que o pós-fechamento se constitua um legado benéfico e duradouro para a comunidade, podendo gerar benefícios sociais e econômicos.

Para tanto, alternativas de uso futuro dos espaços pós-mineração devem ser analisadas de forma realista, de acordo com a natureza, a localização e o porte do empreendimento e alinhadas aos objetivos das políticas de desenvolvimento e uso do solo locais e regionais. Também deverão ser consideradas as expectativas da comunidade, por meio de efetivo processo de envolvimento e da construção de parcerias com todas as partes interessadas, incluindo os órgãos e agências governamentais, locais e regionais, de forma a potencializar resultados e a criação de valor compartilhado (Sánchez *et al*, 2013).

Ter uma perspectiva regional mais abrangente, além da atividade de mineração em si, permite aos envolvidos avaliar opções e oportunidades de propor um cenário capaz de alavancar o desenvolvimento da região, no pós-fechamento da mina, inserindo a nova proposta no âmbito de planejamento e desenvolvimento regional. Esta visão mais abrangente auxiliará na reestruturação territorial e socioeconômica da região.

Trata-se, entretanto, de processo dinâmico e que requer planejamento de longo prazo, demandando sua incorporação, desde a fase de concepção do projeto até o encerramento da atividade minerária, para que seja completamente efetivo. Neste viés, novos projetos pretendidos nesse território deverão considerar na sua estruturação a escolha das estratégias de fechamento e usos futuros.

Considerando a existência de 279 processos de concessão de lavra e 193 processos de requerimento de lavra no Quadrilátero Ferrífero (ANM, 2022), existe a probabilidade de novos investimentos serem concretizados ao longo dos próximos anos. No entanto, não é possível precisar quantos desses processos podem concretizar investimentos, uma vez que diversos fatores devem ser avaliados, inclusive a viabilidade ambiental. Como não se dispõe de informações a respeito da vida útil dos empreendimentos minerários, não há estimativa dos prazos de instalação/operação e fechamento, não sendo possível prever uma agenda de curto, médio e longo prazo, dificultando a previsão desse cenário.

Essa perspectiva no setor de extração de minério de ferro é um tema de essencialidade estratégica no contexto da AAE, envolvendo questões críticas para serem tratadas em tempo hábil com políticas públicas no sentido de incentivar a diversificação produtiva e/ou redução da minero-dependência. Destaque-se também que no Quadrilátero Ferrífero há seis grandes empreendimentos da cadeia produtiva ligados à produção de aço, ferroligas e pelotas, nos municípios de Ouro Branco, Ouro Preto, João Monlevade, Sabará, Barão de Cocais e Jeceaba. No entanto, há elos faltantes da cadeia produtiva que poderiam ser objeto de incentivos no contexto de uma política industrial nacional e/ou estadual.

Por outro lado, na dimensão regional das áreas de abrangência, há um outro conjunto de municípios não contemplados pela mineração e sem escala produtiva para desencadear mecanismos de crescimento com outros setores produtivos. Muitos abrigam economias frágeis, com condições sociais vulneráveis e governança municipal sem força institucional para infletir essa situação. São economias locais que não absorvem efeitos positivos advindos dos municípios minerários e nem seus desdobramentos produtivos. Sua estrutura produtiva é orientada para prestação de serviços, a maioria ligados a empregos da administração pública local. Outros, com condições relativamente melhores, abrigam atividades turísticas.

Esse conjunto de processos econômicos e sociais simultâneos reflete as duas questões decisórias principais dos municípios em análise e expressam o FCD Sustentabilidade Econômica e Social dos Municípios, quais sejam:

- Forte dependência econômica dos municípios em relação à mineração de ferro, tanto no mercado de trabalho como na formação da receita orçamentária, podendo-se antever processo de empobrecimento das economias locais quando do fechamento de minas, no Quadrilátero Ferrífero e Borda Leste da Serra do Espinhaço;
- Municípios com condições frágeis e insuficientes econômica, social, institucionalmente para desencadear processos sustentáveis.

Outras duas questões foram também consideradas:

- Dependência dos municípios mineradores à governança corporativa de poucas empresas.
- Concentração de riqueza na Sede dos municípios mineradores sem desencadear efeitos positivos para os demais distritos do município. Essa questão foi trazida por participantes no Workshop da Borda Leste da Serra do Espinhaço (BLSE), fenômeno não observado no âmbito dos municípios do Quadrilátero Ferrífero (QF).

6.4.4.2 Sustentabilidade Cultural

Na dimensão cultural, questões relacionadas à mineração decorrem, principalmente, de situações específicas em que minas ativas e suas estruturas convivem no território de um dado município com comunidades tradicionais e bens tombados, dentre outros componentes que qualificam seu patrimônio e sua força cultural e turística, com risco de potencial conflito.

Esse contexto requer um olhar integrado, pois embora a atividade minerária seja capaz de renovar economias locais e propiciar o conhecimento de bens culturais, bem como contribuir na promoção da cultura nos territórios em que está presente, compromete a paisagem e faz uso intensivo dos recursos naturais, refletindo-se em incômodos à população, que interferem na atividade turística e nos modos de vida da população local.

Conforme análise realizada pela equipe da AAE, observa-se em Minas Gerais a insuficiência de banco de dados integrados do patrimônio cultural, de turismo e de comunidades tradicionais, ou a falta de atualização e espacialização dessas informações, fundamentais nos processos de tomada de decisão sobre o desenvolvimento econômico do território.

Com esta perspectiva, a avaliação do patrimônio cultural e do turismo nos municípios das Áreas de Abrangência, frente a eventuais conflitos que a exploração de minério de ferro possa desencadear, é tema fundamental no contexto desta AAE, emergindo em uma questão decisional aqui denominada “*Comprometimento do valor histórico, cultural, turístico e da paisagem pela presença da atividade minerária no Quadrilátero Ferrífero e na Borda Leste da Serra do Espinhaço*”. As conclusões analíticas da AAE, enriquecidas pela participação social, revelam que a insuficiência de informações e dados integrados, atualizados e espacializados de turismo, do patrimônio cultural e de comunidades tradicionais, notadamente no Distrito Ferrífero de Nova Aurora, compromete o conhecimento adequado da questão.

Desta forma, a avaliação do patrimônio cultural e do turismo dos municípios das Áreas de Abrangência e sua importância em termos de preservação da memória coletiva e da história compartilhada por sua população, frente a eventuais conflitos que a exploração de minério de ferro possa desencadear, desdobra-se em duas questões decisoriais específicas:

- Comprometimento do valor histórico, cultural, turístico e da paisagem pela presença da atividade minerária no Quadrilátero Ferrífero e na Borda Leste da Serra do Espinhaço, considerando, especialmente, as interferências na paisagem, na atividade turística e no modo de vida da população local nos municípios mineradores.
- Insuficiência de banco de dados oficiais integrados e espacializados do patrimônio cultural e, especialmente, das comunidades tradicionais, notadamente no Distrito Ferrífero de Nova Aurora, que são dados importantes na tomada de decisão sobre o desenvolvimento econômico do território.

As questões decisoriais relativas à Gestão Institucional das Estruturas de Disposição dos Resíduos da Mineração e os critérios de avaliação adotados são apresentados no **Quadro 6-6**.

Quadro 6-6 – Questões Decisionais do FCD 4 - Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos municípios

FCD 4 - SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA, SOCIAL, INSTITUCIONAL E CULTURAL DOS MUNICÍPIOS			
QUESTÃO DECISIONAL 4.1 Dependência econômica dos municípios em relação à mineração de ferro, tanto no mercado de trabalho como na formação da receita orçamentária, podendo-se antever processo de empobrecimento das economias locais, quando do fechamento de minas, nos distritos Quadrilátero Ferrífero e Borda Leste da Serra do Espinhaço, pois a base de recursos naturais ficará exaurida e não há dinamismo local para reação. Possibilidade de dependência econômica de município em relação à mineração de ferro, em economia local extremamente frágil, sem externalidades positivas em termos de infraestrutura de transporte, mão de obra, fornecedores e recursos hídricos, entre outras, no Distrito de Nova Aurora.			
CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Extremamente Grave. 19 municípios de um total de 34 municípios, (56%), deverá vivenciar essa questão decisional, antevendo-se desafios em âmbito local e regional, a depender da agenda dos futuros fechamentos de minas. Mais grave se torna, pois não se dispõe de informação sobre essa agenda, e nem sobre a abertura de novas minas, o que compromete essa situação e a efetividade do planejamento.	Grave. Três municípios de um total de onze municípios são dependentes da mineração de ferro, ainda que a vida útil das minas seja prolongada. Já há estudos e proposições de Reconversão Produtiva em municípios da região para evitar os efeitos da dependência econômica	Grave, considerando-se a fragilidade do município candidato a receber a atividade. Grão Mogol, apesar de apresentar indicadores relativamente melhores que os demais municípios do Distrito, tem economia local bastante frágil, com condições sociais ruins e base institucional do poder local com gestão ainda em formação.
Urgência	Extremamente Urgente para ser endereçada, pois envolve processos de longa maturação. Qualquer tentativa de diversificação, para ser viável, depende do mercado e decisão política.	Extremamente urgente para ser endereçada, pois envolve processos de longa maturação.	Extremamente urgente. Requer a realização de análise profunda e discussões em relação à possibilidade de implantação de empreendimentos minerários com os públicos envolvidos.
Tendência	Pode piorar a médio prazo, com a entrada de novos mineradores em novos municípios, ainda que se desconheça quando se dará a exaustão das inúmeras minas em operação.	Pode estabilizar a médio prazo, considerando-se as iniciativas para reconversão produtiva da economia local.	Pode piorar a curto prazo, considerando-se a possibilidade de instalação de empreendimentos minerários de porte significativo.

QUESTÃO DECISIONAL 4.2 Dependência dos municípios mineradores à governança corporativa de poucas empresas.			
CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Muito Grave. 18 municípios de um total de 34 municípios, (56%), alto percentual de prefeituras, da população residente e de comunidades no entorno de minas dependem da gestão de uma única, ou 2 ou 3 empresas. sejam elas adequadas, seguindo ou não os princípios de sustentabilidade. Trata-se de uma relação de poder desigual.	Grave. 3 municípios de um total de 11 municípios são dependentes de uma ou duas empresas.	Grave, considerando-se a possibilidade de implantação de grandes empresas de extração de minério de ferro, há o risco de se repetir a concentração da produção em uma ou mais mineradoras.
Urgência	Urgente para ser endereçada, pois envolve processo lento de modificação política para manter boas relações entre a empresa e o poder local, e com as comunidades de entorno.		Não se aplica.
Tendência	Pode piorar a curto prazo, se relacionamentos entre empresas e comunidades não melhorarem.		Não se aplica.

QUESTÃO DECISIONAL 4.3 Municípios com condições frágeis e insuficientes econômica, social e institucionalmente para desencadear processos sustentáveis. Não têm escala mínima para atraírem investimentos privados com porte relevante.			
CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Pouco Grave. No contexto regional do Quadrilátero Ferrífero, 18% do total dos municípios encontra-se nessa situação adversa.	Extremamente grave, pois 81% do total dos municípios da BLSE vivencia essa questão. Não possuem massa crítica para desencadear crescimento econômico suficiente para mudar seu padrão econômico e social.	Extremamente Grave, pois 100% dos municípios classificam-se com maior criticidade entre os indicadores socioeconômicos e institucionais.

QUESTÃO DECISIONAL 4.3

Municípios com condições frágeis e insuficientes econômica, social e institucionalmente para desencadear processos sustentáveis. Não têm escala mínima para atraírem investimentos privados com porte relevante.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Urgência	Extremamente urgente para ser endereçada, pois envolve processos de longa maturação.		
Tendência	Pode piorar a médio prazo, pois se inserem em ciclo vicioso de crescimento.		

QUESTÃO DECISIONAL 4.4

Concentração de riqueza na Sede dos municípios mineradores sem desencadear efeitos positivos para os demais distritos do município. Essa questão foi trazida por participantes no Workshop da Borda Leste da Serra do Espinhaço. Desconhece-se esse fenômeno no âmbito dos municípios do Quadrilátero Ferrífero.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Não se dispõe de dados e informações para se analisar o fenômeno.	Pouco Grave , atendo-se a Conceição do Mato Dentro, podendo-se reduzir essa concentração no distrito-sede à medida que a atividade se desenvolva.	Não se aplica
Urgência	Não se dispõe de dados e informações para se captar o fenômeno	Urgente para ser endereçada, pois envolve processos de longa maturação.	Não se aplica.
Tendência	Não se dispõe de dados e informações para se captar o fenômeno	Pode estabilizar a curto prazo, considerando-se as iniciativas para reconversão produtiva da economia local.	Não se aplica

QUESTÃO DECISIONAL 4.5

Comprometimento do valor histórico, cultural, turístico e da paisagem pela presença da atividade minerária no Quadrilátero Ferrífero e na Borda Leste da Serra do Espinhaço.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Grave. 12 municípios (35% do total) classificados com Potencial conflito na cultura e turismo, medido a partir da correlação entre presença de elementos de valor histórico, paisagístico e cultura em municípios com atividade minerária.	Muito Grave, considerando-se o valor paisagístico e cultural da região.	Muito grave, dada a perspectiva de entrada de mineradoras na região.
Urgência	Extremamente urgente para ser endereçada, pois envolve processos de longa maturação.		
Tendência	Pode piorar a médio prazo, pois novos empreendimentos minerários podem entrar em operação.	Pode piorar a curto prazo, a depender da entrada de novas mineradoras.	

QUESTÃO DECISIONAL 4.6

Insuficiência de banco de dados oficiais integrados e especializados do patrimônio cultural e, especialmente, das comunidades tradicionais.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Pouco Grave, pois dispõe-se de dados oficiais do patrimônio cultural dessa região.	Grave. Dispõe-se de dados oficiais do patrimônio cultural dessa região, mas há pouco conhecimento e reconhecimento de comunidades tradicionais.	Extremamente grave, considerando-se o baixo grau de conhecimento e reconhecimento do patrimônio cultural do território.
Urgência	Urgente para os municípios que têm esta questão.	Urgente para os municípios que têm esta questão.	Extremamente urgente para ser endereçada, pois envolve processos de longa maturação.

QUESTÃO DECISIONAL 4.6			
Insuficiência de banco de dados oficiais integrados e espacializados do patrimônio cultural e, especialmente, das comunidades tradicionais.			
CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Tendência	Estável , porque há amplo conhecimento dos bens culturais do território (poderá piorar se os dados não forem atualizados ou novos dados culturais não forem elaborados).	Estável , porque há amplo conhecimento dos bens culturais do território (poderá piorar se os dados não forem atualizados ou novos dados culturais não forem elaborados).	Estável . O nível de conhecimento sobre os bens culturais desta região é inferior ao nível de conhecimento existente nas demais Áreas de Abrangência (poderá piorar se os dados culturais não forem elaborados e/ou atualizados).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

6.4.5 FCD 5 – Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos

A sustentabilidade da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos é tratada como FCD uma vez que são identificadas alterações dos recursos naturais e da paisagem, que determinam perdas de biodiversidade, não se configurando, portanto, como sustentáveis do ponto de vista ecológico. Assim, os aspectos abordados nesta análise evidenciam-se como especialmente importantes no contexto da atividade minerária frente às características ecológicas das áreas.

O conceito de Biodiversidade abarca a totalidade da vida, incluindo não apenas a variedade de espécies, mas a variabilidade genética e as variações de ecossistemas em que a vida pode existir e interagir (Hood, 2010 apud Ogunkule *et al*, 2020). Trata-se de um complexo com muitos componentes: espécies, variabilidade genética, populações, comunidades, além de fenômenos biológicos¹² e processos ecológicos, bióticos e abióticos, resultantes de interações entre organismos e o meio.

De acordo com Albagali (2001, *apud* Santos, 2017) a biodiversidade pode ser encarada inclusive como potencial geopolítico pela ampla disponibilidade de recursos biogenéticos, além de geração de conhecimento tradicional no acesso à natureza.

É fundamental também para a prestação de serviços, uma vez que as interações entre os elementos de um ecossistema resultam em Serviços Ecossistêmicos (SE). Neste sentido, adota-se o termo Serviços Ecossistêmicos (SE), conforme conceito proposto por Harrington

¹² Reações químicas ou outros eventos como fotossíntese, respiração, metabolismo, fertilização etc, que resultam em uma transformação, considerados componentes da biodiversidade (Ogunkule *et al*, 2020).

et al. (2010, apud Munk, 2015), qual seja, benefícios que os homens reconhecem como obtidos a partir dos ecossistemas, que suportam, direta ou indiretamente, sua sobrevivência e qualidade de vida, como provisão de água, regulação do clima, fornecimento de alimentos ou matérias primas, entre outros.

A provisão de água no contexto da AAE foi tratada como tema relevante, pois é essencial para o abastecimento humano e para o desenvolvimento de atividades econômicas, como a própria mineração.

6.4.5.1 Biodiversidade

O primeiro aspecto refere-se aos ecossistemas raros, presentes em condições extremas, restritos a afloramentos rochosos, que determinam especificidades morfológicas e fisiológicas adaptativas a extremos de temperaturas e de escassez hídrica, elevada intensidade de radiação solar, ventos fortes, solos rasos e pobres em nutrientes (Guillietti & Pirani, 1988; Santos *et al*, 2011).

Além da elevada diversidade biológica que coloca estes ecossistemas, denominados campos rupestres, em patamares semelhantes aos de biomas, estes ecossistemas contribuem para a heterogeneidade da paisagem, uma vez que ocorrem como manchas em meio a formações florestais ou de cerrados. Além disso, ocupam topos de morros e serras ricos em nascentes de bacias hidrográficas que drenam para diversas regiões, contribuindo para serviços ecossistêmicos de provisão de água, segundo grande tema abordado neste FCD.

Sua rica flora determina ainda sua importância econômica e social, visto que representa capital natural para populações extrativistas, configurando-se, portanto, patrimônio natural e cultural, sendo este outro aspecto de grande importância.

Entretanto, o conhecimento técnico acumulado ao longo da AAE, permite afirmar que por se tratar de ecossistemas associados a afloramentos rochosos ricos em minerais, a atividade de mineração tem sido uma das pressões antropogênicas mais intensivas, afetando sua biodiversidade. Também atividades importantes para comunidades locais, tradicionais ou não, que exploram o território de forma sustentável, podem ser afetadas.

Finalmente, o processo de tomada de decisão sobre conservação e compensações para estes ecossistemas e para os demais afetados pela atividade minerária nem sempre é realizado com apoio em ferramentas e instrumentos de planejamento existentes. Isto pode ocorrer por falta de atualização e disponibilização, como é o caso de Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (APCBs) atualizadas, de mapeamentos de populações tradicionais e de organização de banco de dados de áreas de compensação, bem como capacitação de usuário, entendendo-se que a capacidade de uso e de gestão de informações socioambientais têm especial importância.

Assim, as análises realizadas neste Estudo permitem afirmar que a perda de biodiversidade pode ser incrementada sem que ocorram compensações realizadas com lastro em dados científicos, podendo exacerbar conflitos, notadamente no Quadrilátero Ferrífero, com riscos à perda de biodiversidade e de saberes tradicionais, em todas as áreas analisadas.

6.4.5.2 Serviços Ecossistêmicos

Em termos quantitativos, as conclusões analíticas da equipe da AAE revelam que os empreendimentos minerários utilizam relevantes volumes de águas superficiais ou subterrâneas, uma vez que necessitam para seus processos de beneficiamento ou para outras demandas do empreendimento. Tais volumes são ainda mais expressivos nos empreendimentos que possuem mineroduto para escoamento do minério ou que necessitam de rebaixamento de nível de água subterrânea para extração do minério. No caso dos empreendimentos que possuem mineroduto, a demanda pelo uso da água é incrementada em função da necessidade de formação de polpa que é escoada ao longo do duto. Para os empreendimentos que necessitam de processos de rebaixamento de água, os poços perfurados e utilizados com tal finalidade fazem com que a movimentação de água seja também mais elevada. Assim, a partir das avaliações realizadas na Etapa I – Estratégias e Contextualização, observou-se que uma questão relevante a ser considerada é a avaliação da demanda de água pela mineração em relação à demanda total de uso, uma vez que esse consumo exerce pressão sobre os recursos hídricos, o que pode gerar conflito pelo uso da água.

Como a água é um insumo essencial para a atividade minerária, outra questão que deve ser considerada é o grau de comprometimento hídrico em cada bacia pertencente a cada um dos distritos ferríferos de Minas Gerais.

O comprometimento hídrico pode levar à dificuldade de implantação de novos empreendimentos ou de continuidade dos que estão em operação, principalmente em trechos que não comportam a concessão de novas outorgas. Este fato pode ocorrer, especialmente, quando considerada a necessidade da priorização de serviços ecossistêmicos essenciais, como o abastecimento público, ou quando identificada a relevância de manutenção da biodiversidade. Há de se ressaltar a relevância dos quantitativos associados a captações clandestinas, especialmente no que se refere à água subterrânea.

Quando avaliada a água em termos de qualidade, alterações expressivas podem desencadear restrições de uso ou aumentar custos associados a tratamento antes de sua utilização pela mineração ou por outras atividades.

Os aspectos supracitados, em conjunto, podem, portanto, conduzir a conflitos entre a demanda do setor minerário e outros usos, conforme já se observa em bacias como a do Rio Pará, Paraopeba e das Velhas (Quadrilátero Ferrífero), onde o abastecimento urbano é o responsável pelos maiores percentuais de uso consuntivo e já há condição preocupante em termos de comprometimento hídrico, conforme apresentado na Etapa I – Estratégias e Contextualização (Capítulo 5).

As questões decisórias relativas à Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos e os critérios de avaliação adotados são apresentados no **Quadro 6-7**.

Reforça-se que estas questões foram identificadas como as mais prementes no contexto do que se pretende em termos de sustentabilidade das atividades minerárias em Minas Gerais e podem ser entendidas como de importância e urgência máximas.

Quadro 6-7 – Questões Decisionais do FCD 5 - Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos

FCD 5 - SUSTENTABILIDADE DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS			
QUESTÃO DECISIONAL 5.1			
Comprometimento do valor das cadeias de sociobiodiversidade (comunidades tradicionais, ecoturismo, turismo rural) frente às pressões das atividades minerárias.			
CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Extremamente grave. As cadeias da sociobiodiversidade já estão comprometidas em grande parte, restando atualmente eventuais enclaves. Há comprometimento principalmente de atividades de ecoturismo que se desenvolvem em unidades de conservação e seus entornos e em circuitos que ligam estas áreas protegidas a remanescentes de paisagens ainda pouco alteradas, assim como turismo rural e turismo de aventura.	Extremamente grave por se inserir em uma região onde cadeias da sociobiodiversidade e atividades ecoturísticas e de turismo rural são importantes para comunidades locais, tradicionais ou não. A mineração interfere na paisagem e na biodiversidade, especialmente de campos rupestres e cerrados, e altera a dinâmica socioeconômica, podendo competir com estas atividades na atração de mão de obra.	Extremamente grave. O modelo de ocupação geraizeira, que propiciou a manutenção das funções ecológicas dos ecossistemas e o equilíbrio hidrológico, por séculos, já se encontra afetado atualmente por modelos exógenos (como reflorestamentos), o que poderá se intensificar com a implantação da mineração. Embora ainda com pouco apoio, a importância da biodiversidade da região, seja científica, seja como capital natural que gera renda para as comunidades tradicionais, é reconhecida pelo estado de Minas Gerais e evidenciada pela criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável, na forma de Reserva Extrativista.

FCD 5 - SUSTENTABILIDADE DA BIODIVERSIDADE E DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS**QUESTÃO DECISIONAL 5.1**

Comprometimento do valor das cadeias de sociobiodiversidade (comunidades tradicionais, ecoturismo, turismo rural) frente às pressões das atividades minerárias.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Urgência	É extremamente urgente reverter o processo , uma vez que este comprometimento já ocorreu na maior parte do território, reduzindo as possibilidades de manutenção das cadeias da sociobiodiversidade e de exploração do turismo ecológico e rural sustentável.	Extremamente urgente , uma vez que atividades ecoturísticas e de turismo rural são relativamente recentes e estão se estruturando na região.	Extremamente urgente , por se tratar de um processo em início, que pode levar a perdas de biodiversidade e saberes tradicionais.
Tendência	Processo que pode ser considerado tendendo à estabilização , dado o nível de comprometimento atual. Pode-se esperar tendência de reversão, com crescente atenção para recuperação e valorização de remanescentes e destas cadeias. Recrudescimento de pressões contra atividade minerária em localidades já muito comprometidas, como a Serra do Curral ou em ecossistemas remanescentes ainda íntegros.	Pode piorar em curto prazo. Aumento do interesse pelo turismo ecológico e turismo rural na região pode ser prejudicado pelas alterações na paisagem e perda de biodiversidade, pela concorrência por empregos na mineração e afluxo de população vinda de outras regiões, desestruturando uma importante atividade econômica alternativa.	Tendência de intensificação deste processo a curto prazo, uma vez que atividades de mineração estão em fase final de licenciamento nesta área, podendo, descaracterizar a paisagem e a dinâmica da região.

QUESTÃO DECISIONAL 5.2

Tensão entre preservação de ecossistemas e manutenção da biodiversidade e a exploração mineral, pela rigidez locacional tanto de ecossistemas raros (campos rupestres ferruginosos), quanto das reservas minerais, associada ao pouco uso de ferramentas de planejamento do sistema de conservação e do manejo da paisagem.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Extremamente grave. A mineração, embora pontual, expande-se sobre os geossistemas que suportam estes campos rupestres. Ressalta-se que minério de ferro e biota rupestre incidem sobre os mesmos espaços. Embora compensações sejam exigidas, não há informações disponíveis para avaliar o quanto contribuem para a manutenção da biodiversidade. Não há bloqueio de áreas protegidas, o que permite a existência de processos minerários em diferentes estágios em seu interior ou em zonas de amortecimento (ZAs). Embora permitida, a depender do Plano de Manejo e do tipo de UC de uso sustentável, a exploração mineral excessiva em UCs também vem gerando questionamentos e conflitos crescentes, notadamente na Serra do Curral e na Serra da Moeda.	Extremamente grave, pois incide em região de contato dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, o que resulta em paisagens de grande importância ecológica e de grande apelo ecoturístico. As atividades de mineração, ainda relativamente incipientes, representam interferências pontuais, porém não menos importantes no que se refere a perdas de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos. Processos minerários em fase final de autorização incidem em áreas de interesse conservacionista. antevendo-se tensões futuras entre exploração e preservação, com grandes chances de se repetir o processo que resultou no quadro de conflitos observado no Quadrilátero Ferrífero. Compensações ambientais ocorrem de forma pouco criteriosa, em áreas já protegidas e, portanto, sem adicionalidade e efetiva compensação	Extremamente grave. Caso os empreendimentos de mineração de ferro se concretizem, poderão incidir em paisagem que resulta de uma complexa transição entre três biomas e o processo histórico de ocupação. Campos rupestres representam as formações mais setentrionais da serra do Espinhaço de Minas Gerais, pouco conhecidos cientificamente. Processos minerários de autorização de lavra incidem sobre cerrados e campos rupestres e processos nas fases iniciais formam um contínuo ao longo da serra do Espinhaço, incidindo em zonas de amortecimento de Unidades de Conservação de Proteção Integral e mesmo dentro de UCs de uso sustentável na forma de Reserva de Desenvolvimento Sustentável, o que pode gerar conflitos futuros.

QUESTÃO DECISIONAL 5.2

Tensão entre preservação de ecossistemas e manutenção da biodiversidade e a exploração mineral, pela rigidez locacional tanto de ecossistemas raros (campos rupestres ferruginosos), quanto das reservas minerais, associada ao pouco uso de ferramentas de planejamento do sistema de conservação e do manejo da paisagem.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Urgência	Extremamente urgente - Processo em curso, observando-se atualmente o avanço da mineração sobre áreas de campos rupestres, trazendo como consequência perdas irreversíveis, sem compensação efetiva e com comprometimento da paisagem quanto à estrutura e funções (serviços ecossistêmicos).	Extremamente urgente , pois envolve processos associados à conservação da biodiversidade que se desenvolvem em médio ou mesmo longo prazo.	Extremamente urgente , pois encontram-se em fase de licenciamento atividades de mineração de ferro. Apesar disso, não se verifica o respectivo planejamento do sistema de unidades de conservação e planejamento prévio de critérios locacionais para compensação.
Tendência	Tende a piorar no curtíssimo prazo, levando à exacerbação de conflitos já existentes, com perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos e alterações na paisagem, em decorrência da crescente expansão da mineração em áreas de interesse conservacionista.	Tende a piorar em curtíssimo prazo. Pode se repetir o padrão observado no Quadrilátero Ferrífero. Risco de avanço da mineração em áreas de campos rupestres sem um planejamento prévio do sistema de unidades de conservação (UCs) regional.	Tende a piorar em curtíssimo prazo. Trata-se de um processo com licenciamento ambiental em curso, com risco de perda de biodiversidade e de saberes tradicionais. As perdas de biodiversidade podem ocorrer em áreas prioritárias para conservação ou em áreas com lacunas de informações somando-se a perdas socioambientais que podem ser irreversíveis.

QUESTÃO DECISIONAL 5.3

Processos de tomada de decisão sobre conservação e compensações frequentemente sem apoio de ferramentas e instrumentos de planejamento, por falta de sua atualização e disponibilização, bem como capacitação de usuários.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Extremamente grave. Implica ausência de planejamento para definição prévia das áreas de interesse para conservação e de compensação, entre outros aspectos. Embora os municípios apresentem regular ou boa organização institucional e regular, boa ou muito boa conservação da biodiversidade, poucos têm Unidades de Conservação de Proteção Integral municipais e grande parte não conta com programas de capacitação regulares, pelo menos nos últimos quatro anos.	Extremamente grave. Estudos atualizados de biodiversidade e áreas prioritárias não estão disponíveis. São, contudo, fundamentais para decisões de licenciamento e planejamento de compensações e para propiciar manejo da paisagem compatível com objetivos de sustentabilidade ambiental. No que se refere à organização institucional, a maior parte tem situação média ou boa, mas apenas dois municípios têm programa de capacitação atualizado e também dois têm UCs de Proteção Integral municipal, evidenciando certa fragilidade no que tange às questões conservacionistas.	Extremamente grave. A escassez de pesquisas e de informações sobre os ecossistemas da região, associada à antropização, pode levar a importantes perdas de capital natural e serviços ecossistêmicos e afeta os modos de vida tradicionais.
Urgência	Extremamente urgente, pois a ausência de adequado planejamento compromete a conservação da biodiversidade, a recuperação de áreas e de paisagens e as compensações ambientais, com desperdício de esforços e de recursos e perdas irreversíveis de biodiversidade.	Extremamente urgente, pois envolve processos de resolução de médio e longo prazos, associados à conservação da biodiversidade, envolvendo decisões nem sempre com lastro em dados científicos.	Extremamente urgente por se tratar de processo com licenciamento ambiental em curso, podendo piorar em curto prazo, levando a perdas crescentes de biodiversidade e de modos de vida tradicionais, em áreas já identificadas como prioritárias ou, ainda, em áreas carentes de informações.

QUESTÃO DECISIONAL 5.3

Processos de tomada de decisão sobre conservação e compensações frequentemente sem apoio de ferramentas e instrumentos de planejamento, por falta de sua atualização e disponibilização, bem como capacitação de usuários.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Tendência	Pode piorar no curtíssimo prazo, uma vez que as decisões nem sempre têm lastro em dados científicos disponíveis.	Pode piorar em curtíssimo prazo, com o avanço da mineração em áreas consideradas prioritárias, com comprometimento da paisagem quanto à estrutura e funções (serviços ecossistêmicos). Pode-se repetir o padrão observado no Quadrilátero Ferrífero, onde o início das atividades de mineração, cabe ressaltar, antecedeu a legislação ambiental.	Pode piorar em curtíssimo prazo. Perdas crescentes de biodiversidade e de modos de vida tradicionais, em áreas já identificadas como prioritárias ou em áreas com lacunas de informações, com perdas socioambientais irreversíveis

QUESTÃO DECISIONAL 5.4

As questões decisórias em relação ao uso da água pela mineração se diferenciam espacialmente e em termos de intensidade de uso, conforme o distrito minerário:

QF - Uso intensivo da água pela mineração em relação aos demais usos na bacia do rio Doce, em especial nas sub-bacias dos rios Piranga, Piracicaba e Santo Antônio

BL - Uso intensivo da água pela mineração em relação aos demais usos em algumas bacias pertencentes à Borda Leste da Serra do Espinhaço.

DFNA - Uso da água pela mineração em relação às demandas totais de água

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Muito grave , considerando o uso intensivo da água pela mineração em relação à demanda total de água, especialmente nas bacias dos rios Piranga, Piracicaba e Santo Antônio, onde o uso da água pela mineração representa mais de 70% da demanda.	Muito grave , considerando que em algumas bacias da Borda Leste da Serra do Espinhaço, como nas bacias do rio Santo Antônio e rio das Velhas, o uso da água pela mineração representa mais de 40% da demanda total de água.	Pouco grave , pois não há mineração de ferro em operação nessa região e os usos para as demais tipologias minerárias representam menos de 1% da demanda de água superficial.

QUESTÃO DECISIONAL 5.4

As questões decisoriais em relação ao uso da água pela mineração se diferenciam espacialmente e em termos de intensidade de uso, conforme o distrito minerário:

QF - Uso intensivo da água pela mineração em relação aos demais usos na bacia do rio Doce, em especial nas sub-bacias dos rios Piranga, Piracicaba e Santo Antônio

BL - Uso intensivo da água pela mineração em relação aos demais usos em algumas bacias pertencentes à Borda Leste da Serra do Espinhaço.

DFNA - Uso da água pela mineração em relação às demandas totais de água

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Urgência	Muito urgente para ser endereçada, pois o processo de mudança de tecnologia, que implique menores coeficientes de uso da água, pode ser de longo prazo.	Muito urgente para ser endereçada, pois o processo de mudança de tecnologia pode ser longo para os projetos já existentes. Para os novos empreendimentos, é necessário um planejamento prévio, de forma a garantir que já sejam apresentados com processos otimizados.	Muito urgente , pois é necessário um planejamento prévio, de forma a garantir que novos empreendimentos minerários já tenham seus processos otimizados.
Tendência	Ainda que existam novas tecnologias ou procedimentos para minimizar o uso da água pela mineração, podem surgir novos empreendimentos e, conseqüentemente, piorar a situação em médio prazo.	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de novos empreendimentos minerários na região.	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de empreendimentos minerários de ferro na região.

QUESTÃO DECISIONAL 5.5

Comprometimento hídrico superficial nas bacias dos distritos minerários:

QF - Elevado comprometimento hídrico devido à alta demanda de água, com possíveis reflexos negativos sobre os usos múltiplos da água.

BLSE - Comprometimento hídrico em trechos específicos das bacias devido à alta demanda de água, com possíveis reflexos negativos sobre os usos múltiplos da água.

DFNA - Elevado comprometimento hídrico devido à baixa oferta hídrica, com possíveis reflexos negativos sobre os usos múltiplos da água.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Extremamente grave , considerando que já existem trechos que não comportam novas outorgas, como já acontece em grande parte da bacia do rio das Velhas e da bacia do rio Paraopeba	Grave , considerando que em todo o território há poucos trechos em condição crítica, a qual ocorre em algumas ottobacias da bacia do Alto Jequitinhonha, rio da Velhas e rio Suaçuí.	Extremamente grave , pois já existe uma condição de baixa oferta hídrica, especialmente nas bacias dos rios Verde Grande e do Mosquito e demais afluentes do rio Pardo.
Urgência	Extremamente urgente para ser endereçado, pois a situação já está bastante comprometida e envolve processos complexos para resolução.	Muito urgente para ser endereçada, pois o processo de mudança de tecnologia pode ser longo para os projetos já existentes. Para os novos empreendimentos, é necessário um planejamento prévio, de forma a garantir que já sejam apresentados com processos otimizados	Extremamente urgente , pois, como já existe comprometimento hídrico em grande parte do território, é necessário um planejamento imediato, de forma a não intensificar o problema na região.
Tendência	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de novos empreendimentos ou outras atividades antrópicas que requerem a utilização de água.	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de novos empreendimentos ou outras atividades antrópicas que requerem a utilização de água na região.	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de empreendimentos minerários ou outras atividades antrópicas que requerem a utilização de água na região.

QUESTÃO DECISIONAL 5.6

Alterações na qualidade da água superficial, em função dos diversos usos do solo e da água sem a adequada gestão, nos três Distritos Ferríferos.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Muito grave , considerando a pressão sobre a qualidade da água, especialmente nas áreas que abrangem a Região Metropolitana de Belo Horizonte, em especial nas bacias dos rios Paraopeba e das Velhas, em função do grande adensamento populacional e atividades industriais e minerárias, resultando no predomínio de IQA Ruim ou Médio, CT baixa, mas com alguns registros de Alta ou Média, e IET Mesotrófico.	Grave , considerando que há pressão sobre a qualidade da água em função de atividades antrópicas; no entanto, ainda se observa IQA médio a bom, CT baixo e IET Oligotrófico.	Grave , considerando que há impacto sobre a qualidade da água em função de atividades antrópicas; no entanto, ainda se observa IQA médio a bom, CT baixo e IET Oligotrófico.
Urgência	Muito urgente , pois envolve processos complexos e demorados para minimizar o impacto sobre a qualidade da água (envolve tecnologia e fiscalização).	Urgente , pois é necessário planejamento, para não piorar a qualidade da água com a chegada de novos empreendimentos minerários e outras atividades antrópicas na região.	Urgente , pois é necessário planejamento, de forma que não haja piora na qualidade da água com a chegada de empreendimentos minerários e outras atividades antrópicas na região.
Tendência	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de novos empreendimentos minerários e outras atividades antrópicas na região.	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de novos empreendimentos minerários e outras atividades antrópicas na região.	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de empreendimentos minerários ou outras atividades antrópicas que requerem a utilização de água na região e, com as baixas vazões observadas no DFNA, qualquer nova interferência pode influenciar negativamente na qualidade da água.

QUESTÃO DECISIONAL 5.7

As questões decisórias em relação ao uso da água subterrânea para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água se diferenciam espacialmente e em termos de intensidade de uso, conforme o distrito ferrífero:

QF - Uso intensivo da água para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água em relação aos demais usos de água subterrânea nas bacias do rio Piracicaba, do rio Paraopeba e do rio das Velhas.

BLSE - Uso intensivo da água para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água em relação aos demais usos de água subterrânea na bacia do rio Santo Antônio.

DFNA – Uso da água subterrânea para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível de água em relação aos demais usos

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Muito grave , considerando que nas bacias do rio Piracicaba, do rio Paraopeba e do rio das Velhas os percentuais de uso da água para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água foram superiores a 40% da demanda total..	Muito grave , considerando que na bacia do rio Santo Antônio, o uso da água para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água representa mais de 50% das demandas totais de água subterrânea e está relacionado a um único empreendimento mineral, o que indica o potencial impacto da atividade de mineração sobre os usos totais de água subterrânea.	Pouco grave , pois não há mineração de ferro em operação nessa região e os usos para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água são observados somente na bacia do rio Verde Grande e, ainda assim, são pouco significativos e se referem a outras tipologias de mineração.
Urgência	Muito urgente para ser endereçada, pois o processo de mudança de tecnologia, que implique menores coeficientes de uso da água subterrânea, pode ser de longo prazo.	Muito urgente para ser endereçada, pois o processo de mudança de tecnologia pode ser longo para os projetos já existentes. Para os novos empreendimentos, é necessário um planejamento prévio, de forma a garantir que já sejam apresentados com processos otimizados.	Muito urgente , pois é necessário um planejamento prévio, de forma a garantir que novos empreendimentos minerais já sejam apresentados com processos otimizados.

QUESTÃO DECISIONAL 5.7

As questões decisórias em relação ao uso da água subterrânea para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água se diferenciam espacialmente e em termos de intensidade de uso, conforme o distrito ferrífero:

QF - Uso intensivo da água para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água em relação aos demais usos de água subterrânea nas bacias do rio Piracicaba, do rio Paraopeba e do rio das Velhas.

BLSE - Uso intensivo da água para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível d'água em relação aos demais usos de água subterrânea na bacia do rio Santo Antônio.

DFNA – Uso da água subterrânea para pesquisa hidrogeológica e rebaixamento do nível de água em relação aos demais usos

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Tendência	Ainda que existam novas tecnologias ou procedimentos para minimizar o uso da água subterrânea pela mineração, podem surgir novos empreendimentos e, consequentemente, piorar a situação em médio prazo.	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de novos empreendimentos minerários na região.	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de empreendimentos minerários na região.

QUESTÃO DECISIONAL 5.8

Comprometimento hídrico subterrâneo nas bacias dos distritos ferríferos:

QF - Elevado comprometimento hídrico subterrâneo em bacias específicas (rio Piracicaba e rio Paraopeba), com possíveis reflexos negativos sobre os usos múltiplos da água;

BLSE – Comprometimento hídrico subterrâneo;

DFNA - Elevado comprometimento hídrico subterrâneo em bacias específicas (rio Verde Grande), com possíveis reflexos negativos sobre os usos múltiplos da água.

CRITÉRIOS E INDICADORES	QUADRILÁTERO FERRÍFERO	BORDA LESTE DA SERRA DO ESPINHAÇO	DISTRITO FERRÍFERO DE NOVA AURORA
Gravidade	Muito grave , considerando que existem trechos onde o comprometimento hídrico subterrâneo é superior a 50%, como se observa na bacia do rio Piracicaba e do rio Paraopeba.	Pouco grave , considerando que em todo o território não foram identificados trechos em condição crítica.	Muito grave , considerando que existem trechos onde o comprometimento hídrico subterrâneo é superior a 50%, como se observa na bacia do rio Verde Grande.
Urgência	Muito urgente para ser endereçado, pois como já existe algum comprometimento hídrico subterrâneo em algumas das bacias, é necessário um planejamento imediato, de forma a não intensificar o problema na região.	Urgente para ser endereçado, pois é necessário um planejamento, de forma a garantir que não haja comprometimento hídrico subterrâneo no futuro.	Muito urgente para ser endereçado, pois como já existe algum comprometimento hídrico subterrâneo em uma das bacias, é necessário um planejamento imediato, de forma a não intensificar o problema na região.
Tendência	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de novos empreendimentos ou de outras atividades antrópicas que requerem a utilização de água subterrânea.	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de novos empreendimentos ou de outras atividades antrópicas que requerem a utilização de água subterrânea.	Pode piorar em curto prazo, considerando-se que há potencial de instalação de empreendimentos minerários ou de outras atividades antrópicas que requerem a utilização de água subterrânea.

Elaboração: Tetra Mais (2023).

7 ETAPA III – PROPOSITIVA

Esta etapa possui um caráter propositivo. A visão de futuro é introduzida na Análise de Tendências, apresentam-se as Opções de Desenvolvimento, as Diretrizes para o Setor Público e as Recomendações para o Setor Privado. Por fim, propõe-se um sistema de Acompanhamento e Monitoramento a partir de uma linha de base de indicadores.

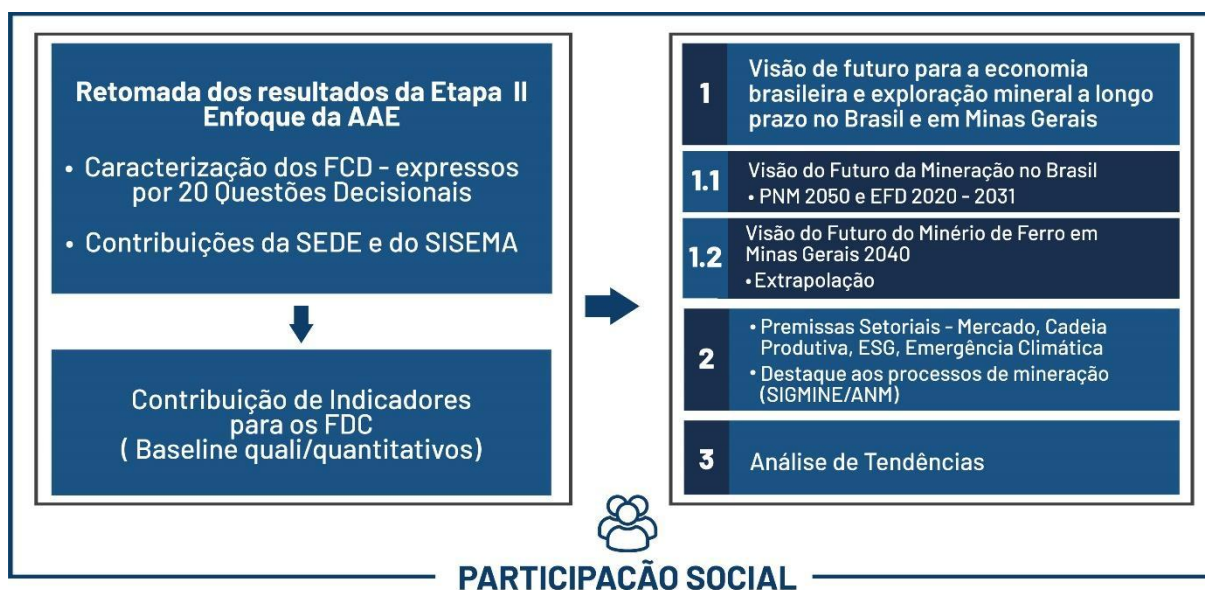
7.1 Análise de Tendências

A Análise de Tendência dos Fatores Críticos à Decisão – FCD até 2040, marco temporal estabelecido para essa AAE, teve como principal orientação investigar e antever como será a evolução do comportamento das questões que afetam a trajetória de sustentabilidade do setor de minério de ferro em sua ambiência, no médio e longo prazo.

Nesse sentido, buscou-se refletir sobre o futuro, tendo em vista facilitar a análise de tendências do setor, entendidas como sinais perceptíveis em contextos econômicos, sociais e culturais.

Essa análise de evolução teve como referência os cenários da mineração para o Brasil, apoiados por documentos oficiais, desdobrados para Minas Gerais, que, dessa forma, subsidiaram a avaliação do comportamento dos cinco FCD no futuro e permitiram desenhar as Opções de Desenvolvimento para o setor de extração do minério de ferro e também as Diretrizes e Recomendações. A **Figura 7-1** expressa a metodologia e a integração das informações que caracterizaram as atividades dessa Etapa.

Figura 7-1 – Etapas Metodológicas



Elaboração: Tetra Mais (2023).

7.1.1 Cenários para evolução da exploração mineral em longo prazo no Brasil e em Minas Gerais

O PNM 2050 baseou-se em diretrizes e orientações contidas na Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil (EFD 2020-2031), instituída pelo Decreto nº 10.531, de 26 de outubro de 2020.

A EFD 2020-2031 é uma declaração de planejamento governamental que define a visão de futuro para a atuação estável e coerente da administração pública federal, por meio de três cenários macroeconômicos – de referência, transformador e de incerteza a serem considerados nos planejamentos e ações públicas.

O cenário transformador para 2020-2031 é considerado o mais provável para dar base ao PNM 2050 e, assim, também foi considerado no exercício de antevisão da mineração de ferro desta AAE.

No cenário transformador – 2022-2031 admite-se vontade política para a realização das reformas requeridas para o equilíbrio fiscal de longo prazo e também um conjunto mais amplo de reformas na economia, as quais incentivam o aumento da produtividade sistêmica, na ordem de 1% a.a. em média e a formação de uma taxa de investimento, da ordem de 19,5% do PIB, dos quais 2,9% dirigidos para infraestrutura. Ainda, o avanço mais intenso da escolaridade permite um crescimento do capital humano e da taxa de participação da população em idade ativa no mercado de trabalho.

Todos esses aspectos positivos resultariam no crescimento da taxa média de 3,0% ao ano para o PIB Total que, considerando a expansão populacional projetada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, levaria o crescimento médio do PIB per capita para 2,4% a.a. no mesmo período.

A partir do Cenário Transformador, no PNM 2050 desenha-se algumas inferências na direção de um futuro promissor para o setor mineral no Brasil (**Figura 7-2**), que refletem, de certa forma, a visão para a extração de minério de ferro em Minas Gerais.

Figura 7-2 – Visão de Futuro PNM 2050**VISÃO DE FUTURO DO CENÁRIO TRANSFORMADOR NO PERÍODO PARA O BRASIL 2050**

- Taxa anual de crescimento do PIB (%) - 2,6% no período
- Taxa anual de crescimento do PIB per capita (%) 2,3% no período de 2022 a 2050
- Conhecimento geológico Bom, entre 8 e 9 pontos na escala até 10 pontos
- Investimento nacional em extração mineral - Atrativo e crescente
- Investimento nacional em transformação mineral - Atrativo e crescente
- Oferta nacional de bens minerais - Crescente e com agregação de valor
- Demanda nacional de bens minerais - Crescente e exigente
- Exploração mineral em terras protegidas - Completamente resolvida
- Problemas de infraestrutura - Superada
- Percepção da sociedade sobre a mineração - Boa, entre 8 e 9 pontos na escala até 10 pontos
- Conflitos em áreas de mineração - Completamente superado
- Distribuição de benefícios em áreas de mineração - Superior ao registrado no ano base (2022)

Fonte: IPEA

MINAS GERAIS EM 2040 ESTARIA PRÓXIMA A ESSA VISÃO FAVORÁVEL

Fonte: IPEA (2022).

Elaboração: Tetra Mais (2023).

Esses valores e percepções antevistos no PNM 2050 fazem supor que, em 2040, ano de referência da AAE, o cenário específico para o minério de ferro seja também positivo em Minas Gerais e, ainda que não tenha alcançado tais dimensões, estaria rumo a essa trajetória de situações desejáveis. Essa suposição considera:

- A importância do Estado de Minas Gerais na produção do minério de ferro na dinâmica nacional;
- A importância do minério de ferro no setor mineral como um todo;
- A importância do Quadrilátero Ferrífero na dinâmica estadual do minério de ferro.

Dessa forma, extrapola-se as situações favoráveis no Brasil para o futuro da extração do minério de ferro no estado de Minas Gerais e nas Áreas de Abrangência consideradas nesta AAE, supondo-se as mesmas forças causais em uma trajetória possível.

Por fim, dadas as necessidades da sociedade contemporânea, não se pode prescindir dos recursos minerais e, conforme consta do PNM 2050, “espera-se uma evolução da percepção da sociedade sobre a mineração, cientes de que já há um pacto social em curso de que esses recursos não podem ser explorados a qualquer custo, devendo a atividade se desenvolver

segundo o preceito da responsabilidade socioambiental”. Ou, como afirma representante do setor: “o discurso de que a Mineração está presente na vida das pessoas já é antigo. O que traz percepção de valor é a vivência, o que se dá em nossa contribuição de fato nas comunidades nas quais nos inserimos”(IBRAM e EY, 2023).

Importante lembrar que essa dinâmica antevista irá ocorrer simultaneamente ao avanço de novas tecnologias, provocando mudanças nos setores de mineração e metalurgia, considerados até então tradicionais e produtores de *commodities*. Sua maior parcela de produção é constituída de produtos padronizados que concorrem em preço.

No presente, esses setores encontram-se diante de desafios relacionados à incorporação de conhecimento e tecnologia convivendo com pressões ambientais, pressões sociais e pressões de governança. “Espera-se, nos próximos anos, a elevação do conteúdo tecnológico aplicado a processos mais sustentáveis e produtos de alto desempenho para o atendimento a novos mercados” (BNDES, 2020).

7.1.2 Premissas Setoriais para a Exploração de Minério de Ferro

À luz desse arcabouço de longo prazo, procurou-se antecipar alguns aspectos subjacentes à mineração até 2040, por meio da proposição de premissas setoriais, entendidas como ideias ou fatos que já sejam perceptíveis na ambiência do setor de mineração de ferro.

Trata-se da sinalização de um dado aspecto da mineração de ferro que irá influenciar a evolução dos FCD e que, assim, pode contribuir para sua visualização no longo prazo, lembrando-se, no entanto, que a percepção do futuro é algo incerto que deve ser explorado na AAE.

Sem esgotar todos os aspectos envolvidos, levando-se em consideração as premissas para o horizonte de 2040, para Minas Gerais deve-se atentar aos seguintes temas: mercado, cadeia produtiva do minério de ferro e vetores de mudanças, investimento ESG e emergência climática, que, em conjunto, serão base para se antever o comportamento dos FCD.

7.1.2.1 Mercado

Considerando-se o Cenário Transformador até 2031 com crescimento anual do PIB Total brasileiro da ordem de 3% ao ano e a estimativa da *Fitch Solutions* (2021) que prevê um crescimento médio anual de 3,7% da produção de minério de ferro nacional até 2030, superior à média anual da produção mundial, pode-se antever um cenário com razoável otimismo. Segundo essa agência, acredita-se que a extração de minério de ferro se recupere após o colapso da barragem em Brumadinho, explicada em parte pelos baixos custos operacionais relativos, pelo sólido *pipeline* de projetos e o grande número de processos minerários já na etapa de requerimento de lavra.

Em termos globais, a *Fitch Solution* (2021) prevê que a produção mundial de minério de ferro deve crescer mais lentamente até o final da década atual. Calcula um crescimento médio anual da ordem de 2% até 2030, inferior aos 3,4% da década anterior.

Na década seguinte, até 2040, acredita-se que as crises de produção e preço do minério de ferro continuem, mas são conjunturais, não alterando o comportamento crescente da curva agregada de produção no longo prazo, no Brasil. Assim deve manter-se evoluindo, explicada tanto pela importância crescente do mercado externo, como pelo mercado interno, pois prevê-se a reindustrialização do País. A retomada da industrialização esperada no Brasil, em médio prazo, impõe novas demandas de aço e o mercado interno de minério de ferro continua significativo.

Considerando-se a importância do Estado de Minas Gerais em termos nacionais, tudo leva a crer que o estado segue o desenho da curva do País, respondendo também aos estímulos do mercado interno e externo.

Em âmbito estadual, a participação do Valor Adicionado (VA) pela Indústria Extrativa Mineral na economia de Minas Gerais, entre 2002 e 2019, sofreu variação ao longo dos anos, com média de crescimento de 4,1% ao ano (SEDE, 2022).

7.1.2.2 Cadeia Produtiva do Minério de Ferro e Vetores de Mudanças

No âmbito de premissas voltadas à cadeia produtiva da mineração de ferro, há vetores que pressionam por mudanças e desafios que se projetam para as próximas décadas. A pressão por maior sustentabilidade e pela redução de custos, em função da maior competição global nos mercados, impõem a essa cadeia produtiva uma agenda de transformação contínua para a elevação do conteúdo tecnológico dos sistemas de produção dos setores que compõem esta cadeia (BNDES, 2020).

A cadeia produtiva da mineração de ferro é responsável pela produção do aço e de outras ligas de ferro, ambos presentes em diversos produtos dos setores de máquinas e equipamentos, automotivo, energia, transporte, construção civil, dentre outros. Além disto, novas ligas de ferro vêm sendo demandadas para atender ao avanço dos setores dos carros elétricos, da energia eólica, da energia solar etc.

O PNM 2050 reitera ser crescente a mobilização mundial para a descarbonização do setor mineral e para que a transição energética atinja a geração de energia renovável, nas próximas décadas. Ao mesmo tempo, afirma que o setor mineral brasileiro conta com perspectivas positivas quanto às oportunidades de negócio e de crescimento da produção mineral, com destaque para os minerais essenciais a esse processo de descarbonização. Dentre esses está o minério de ferro - imprescindível à geração de ferroligas e com destaque para o aço.

Por ser uma das maiores emissoras industriais de gases de efeito estufa (GEE), a metalurgia, com destaque para a siderurgia, é alvo direto das políticas de redução de emissões devido ao seu elevado consumo energético.

Na cadeia produtiva do minério de ferro a descarbonização da siderurgia exige esforços tecnológicos para produzir “aço verde”, cuja demanda internacional vem sendo protagonizada pela Europa, Japão e Estados Unidos.

O protagonismo do aço e das ligas de ferro na indústria do futuro requer que a mineração de ferro seja impulsionada, e o estado de Minas Gerais, por deter 82% (SEDE, 2022) das reservas de ferro do país, exerce participação relevante.

A distribuição de processos minerários relativos à mineração de ferro na fase de Requerimento de Lavra, segundo ANM (2022), faz supor a ampliação da capacidade produtiva, caso novas minas sejam implantadas nos próximos anos. No que diz respeito às áreas de abrangência da AAE, observa-se que havia 189 Requerimentos de Lavra no Quadrilátero Ferrífero em 2022, 31 no distrito ferrífero da Borda Leste da Serra do Espinhaço e 26 no distrito ferrífero de Nova Aurora.

Requisitos e critérios vinculados à viabilização econômica desses potenciais projetos, se considerados os três distritos ferríferos, podem ser diferenciados quanto aos teores de ferro presentes nessas respectivas reservas, quanto às ofertas hídricas e às alternativas para a logística de escoamento dos produtos. Há, assim, requisitos locacionais e de processo além dos requisitos de mercado, a serem atendidos para a efetiva concretização dos processos minerários em investimentos competitivos. Dessa forma, apenas uma parcela deve se materializar em novos empreendimentos de mineração de ferro no estado de Minas Gerais até 2040.

A premissa do crescimento da produção do ferro e dos seus mercados, na ordem de 3 a 4%, parece adequada, sendo impositivos, no âmbito do mercado internacional e nacional, os avanços tecnológicos, o fortalecimento da governança pública e privada e da responsabilidade socioambiental, com vistas à manutenção dos níveis de produtividade, competitividade e sustentabilidade. Esse movimento deve concentrar-se, prioritariamente, no Quadrilátero Ferrífero, visto ser o distrito que detém o maior quantitativo de processos de requerimentos de lavra e de títulos de concessão de lavra para o ferro.

São também premissas: (I) que a logística de escoamento dos produtos, agregada à logística de transportes, integre a abordagem sistêmica e que decisões que agreguem valor sejam definidas nas etapas de concepção e design dos projetos minerários; (II) que o reúso e a recirculação das águas de processo seja maximizado; (III) que sejam intensificados esforços na reciclagem dos resíduos da mineração e na inserção da economia circular; (IV) que haja o incremento continuado da adaptação ao mundo digital e à prática de serviços e do trabalho remoto, dentre outros.

No que se refere aos resíduos da mineração, em particular da mineração em lavra a céu aberto, dados relativos ao Inventário de Resíduos do Estado de Minas Gerais (Minas Gerais, 2018), evidenciam que 48,41% dos resíduos gerados pela mineração no ano base 2017 foram correspondentes a resíduos da extração de minério (estéreis), 51,55% aos resíduos do beneficiamento (rejeitos) e 0,04% correspondentes aos resíduos de operação das plantas industriais da mineração. De maneira geral, esses resíduos são predominantemente dispostos no interior das plantas de mineração, em pilhas e em barragens.

Há diversas iniciativas que apontam soluções viáveis para a reciclagem desses resíduos, como por exemplo sua aplicação em processos de pavimentação, na formação de briquetes aplicáveis à produção de aços especiais, na utilização da fração silicosa na construção civil, na indústria de fundição, na indústria de cimento e outros.

O conhecimento técnico acumulado ao longo da AAE, evidencia que o percurso para a sustentabilidade objetivada pressupõe a consolidação de iniciativas integradas voltadas ao reuso, à reciclagem e à economia circular. A conquista da produção em escala implica esforços governamentais voltados ao aprimoramento e avanço na legislação específica sobre o reaproveitamento e a destinação desse material – pesquisa de mercado, possibilidades de comercialização e aceitação de um determinado rejeito como coproduto, bem como a definição de responsabilidades perante a utilização do rejeito como matéria-prima e a superação de entraves fiscais e tributários.

Quanto à emergência climática, o estado de Minas Gerais segue rumo à neutralidade de emissões de gases de efeito estufa até 2050, além de contribuir no avanço da compreensão, adaptação e resiliência do território estadual frente às principais ameaças e riscos decorrentes dos cenários climáticos futuros. Para tanto, dispõe do Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono (PMBC); da Política Nacional sobre Mudança no Clima (PNMC); do Plano de Energia e Mudanças Climáticas do Estado de Minas Gerais (PEMC) e do Plano de Ação Climática de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2023).

Admitindo não ser rara a situação em que a população dos municípios mineradores desconhece os benefícios trazidos pela mineração, em especial o *royalty* decorrente da exploração econômica dos recursos minerais (CFEM), o PNM 2050 projeta o reconhecimento da CFEM como um “*Royalty da Comunidade*”. Com isto, considera a promoção de ações que assegurem que as comunidades passem a conhecer a receita e a reconhecer a atividade econômica responsável por gerá-la, atuando como fiscalizadora da sua utilização e exigindo do poder público sua melhor aplicação.

Por fim, o PNM 2050 estabelece que a sustentabilidade permanece como um norteador da Política Mineral Brasileira e deve ser entendida como condição *sine qua non* para o desenvolvimento da mineração nas próximas décadas, tanto no Brasil quanto no mundo. Acrescenta que isto implica conciliar o crescimento econômico decorrente da mineração com a conservação do meio ambiente e a geração de valor para as comunidades, além de garantir a observância aos direitos de povos tradicionais.

Nesse sentido, a viabilização de novos projetos estará vinculada à melhoria da reputação do setor de mineração pela sociedade civil. Essa credibilidade será fortalecida mediante o reconhecimento da forma de atuação das empresas além da conformidade legal, em termos da implementação de ações para minimização de riscos e impactos, geração de benefícios e legado e diálogo e engajamento das partes interessadas no processo.

7.1.2.3 Investimento ESG - *Environmental, Social and Governance*

Entendida como a prática de incorporar fatores ambientais, sociais e de governança às decisões de investimento das empresas, considera-se como iniciativas ESG a avaliação de riscos, oportunidades e impactos das atividades, dentre outras.

A ideia de investimentos ESG, na verdade, está presente há décadas, mas recentemente, um grande número de investidores tem se preocupado com riscos e oportunidades representados por desafios globais, como a mudança climática. De maneira geral, vem sendo impulsionado por uma série de fatores, incluindo:

- Aumento da conscientização dos investidores sobre questões ESG;
- Valorização de ações de companhias nas bolsas de valores e mercados;
- Clientes e empregados das companhias esperam atitudes rumo ao ESG;
- Crescente demanda por produtos e serviços sustentáveis;
- Mudanças regulatórias em diversos países;
- Benchmarks internacionais propagados por instituições de referência como o ICMM;
- Integração de compromissos ambientais, sociais e de governança (ESG) com as funções centrais do negócio;
- As organizações devem pensar de forma holística e garantir que suas decisões de alocação de capital reflitam seus compromissos de ESG (Deloitte, 2022).

Simultaneamente às inovações tecnológicas esperadas no contexto dos vetores de mudança mencionados para a cadeia Produtiva, o investimento ESG cresceu fortemente no mundo. Praticamente triplicaram os ativos em Fundos ESG, evoluindo de US\$ 12 trilhões, em 2012, para US\$35 trilhões, em 2020 (segundo *Global Sustainable Investment Alliance*)¹³.

Até 2040, acredita-se que esses investimentos deixem de ser uma opção para se tornarem realidade competitiva em muitos setores produtivos, incluindo a mineração, ao mesmo tempo que o papel das empresas será renovado para muito além de gerar emprego e renda. A Carta Compromisso firmada pelo IBRAM perante a sociedade em 2019 com as empresas associadas, (IBRAM, 2021), envolvendo 12 áreas-alvo, 50 temas de interesse ESG e investimentos decorrentes previstos de US\$ 18 bilhões até 2030, fortalece essa perspectiva. As metas desse compromisso envolvem: redução, em 10%, do uso de águas na mineração (m³/t de ROM úmida); aumento de 10% na razão entre áreas protegidas e áreas impactadas; redução no consumo de energia em 5% (Gj/t ROM úmida); aproximar-se de 0% no índice de acidentes; aumento em 53% nos investimentos em P&D e fatalidade zero em barragens, entre outras.

7.2 Construção das Opções de Desenvolvimento, Riscos e Oportunidades

Uma vez antevistos os FCD com as questões decisórias mais importantes em um quadro futuro de médio e longo prazo e as Análises de Tendência do setor, buscou-se delinear as Opções de Desenvolvimento rumo à trajetória sustentável para a mineração de ferro.

Essas Opções de Desenvolvimento são acompanhadas de uma avaliação de riscos e oportunidades, em uma tentativa de minimizá-los e potencializá-los, respectivamente.

¹³ <https://www.gsi-alliance.org/>

Esta Etapa envolveu um grande esforço de depuração analítica dos resultados das diversas Etapas da AAE, considerando também aqueles destacados no processo de participação social, incluindo workshops e entrevistas com técnicos de referência.

À luz das macro-orientações contempladas nos objetivos estratégicos desta AAE e do PEM-MG, as Opções de Desenvolvimento – OD para o setor de exploração de minério de ferro, delineadas até 2040, seguiram rigorosamente um enfoque transformador (**Quadro 7-1**).

Quadro 7-1 – Enfoque Transformador

ENFOQUE TRANSFORMADOR/2040
É legítimo conjecturar que há condições institucionais e maturidade empresarial e da sociedade para implementar reformas rumo à sustentabilidade, com fortes transformações. Evolução com <i>mudança de patamar</i>, não linear¹⁴. É possível desencadear a transição econômica para um modelo ajustado a processos sustentáveis em todas as dimensões. <i>“A próxima década testemunhará alguns dos anos mais emocionantes e transformadores da história da mineração. Como serão as organizações bem-sucedidas de Mining & Metals em um futuro de baixo carbono, baixo desperdício e de orientação ao propósito?” (Deloitte, 2023)</i>

Elaboração: Tetra Mais (2023)

É inevitável um caminho de mudanças, pois a dinâmica da mineração em um mercado mundial cada vez mais competitivo irá impor trajetórias sem retorno aos modelos anteriores. Cada vez mais irá exigir níveis de produtividade sistêmicos em altos patamares e, acima de tudo, em um futuro de baixo carbono, com demandas crescentes da sociedade. A Mineração do futuro será fortemente vinculada aos princípios da economia circular, com redução da geração de resíduos e com entrega de valor para a sociedade.

Essa perspectiva irá se viabilizar com inovações tecnológicas diferenciadas na produção, com adoção de ESG não como escolha, mas como garantia de processos sustentáveis exigidos pelo mercado. E, mais ainda, a Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração irá avançar continuamente para responder a essas transformações.

Nesse contexto, impõem-se padrões de eficácia da Governança Institucional e Regulatória cada vez mais exigentes e orientados para trabalhar em rede colaborativa entre seus entes

¹⁴ O enfoque transformador é adotado pela Estratégia Federal de Desenvolvimento 2031 e pelo PNM 2050, citados na Análise de Tendências.

institucionais com capacidades¹⁵ estruturadas, compartilhando objetivos e articulando ações conjuntas. Essa governança deve estar apoiada na desburocratização rigorosa, tal como consta entre os pilares do Plano de Governo da administração atual, focado na busca por formas mais simples, operativas e eficazes para a realização das políticas públicas.

A **Figura 7-3** expressa o conteúdo metodológico que estrutura as Opções de Desenvolvimento.

Figura 7-3 – Sequenciamento Metodológico para as Opções de Desenvolvimento segundo os FCD

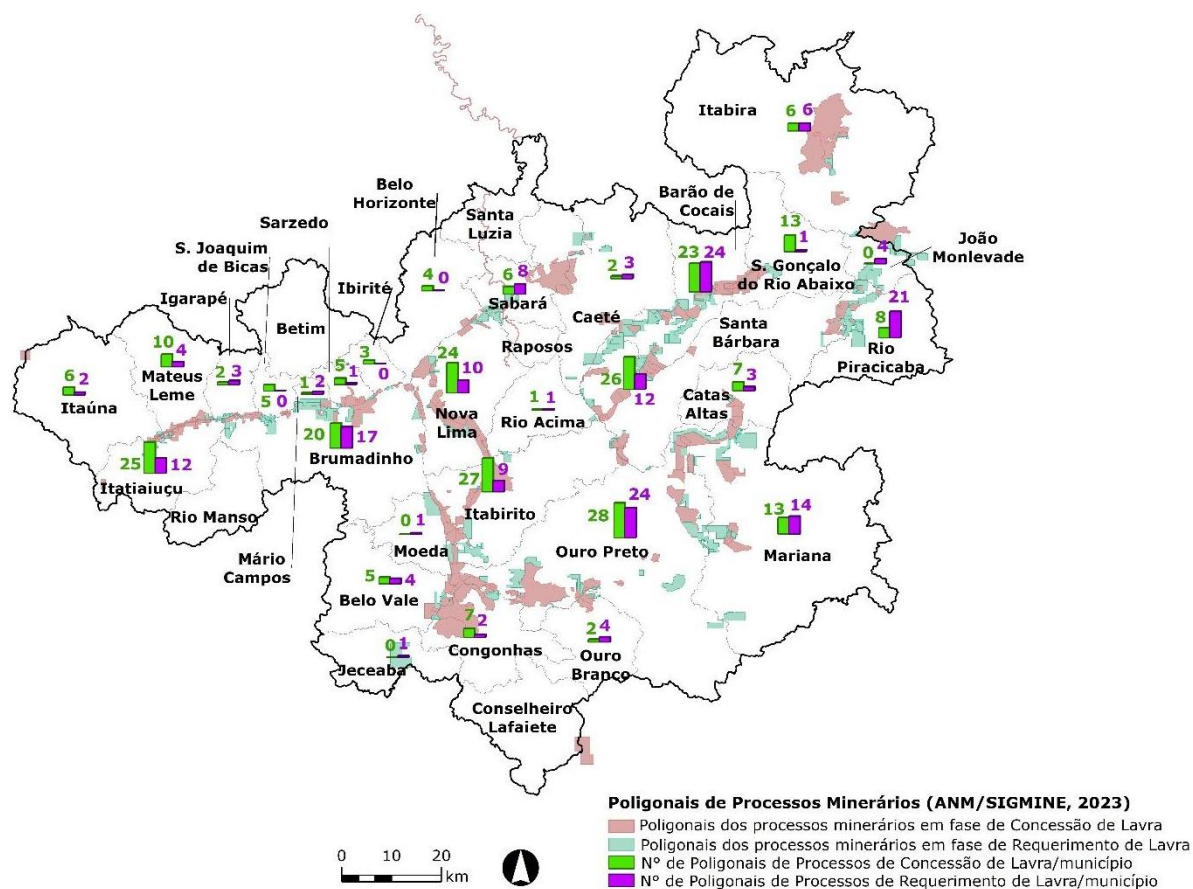


Elaboração: Tetra Mais (2023).

Ao mesmo tempo, a entrada em operação de novas minerações de ferro será viabilizada, em grande parte, em municípios já dependentes da mineração de ferro e de sua cadeia produtiva, conforme pode-se observar na **Figura 7-4** até a **Figura 7-6**.

¹⁵ Considera-se conceito de “capacidades governativas” (*governing capacities*), aquelas associadas às habilidades dos governos para: fazer escolhas e definir estratégias para a alocação de recursos, gerir eficientemente os recursos necessários para a entrega de resultados e mobilizar apoio e consentimento da sociedade para suas ações, por Ávila Gomide e outros.

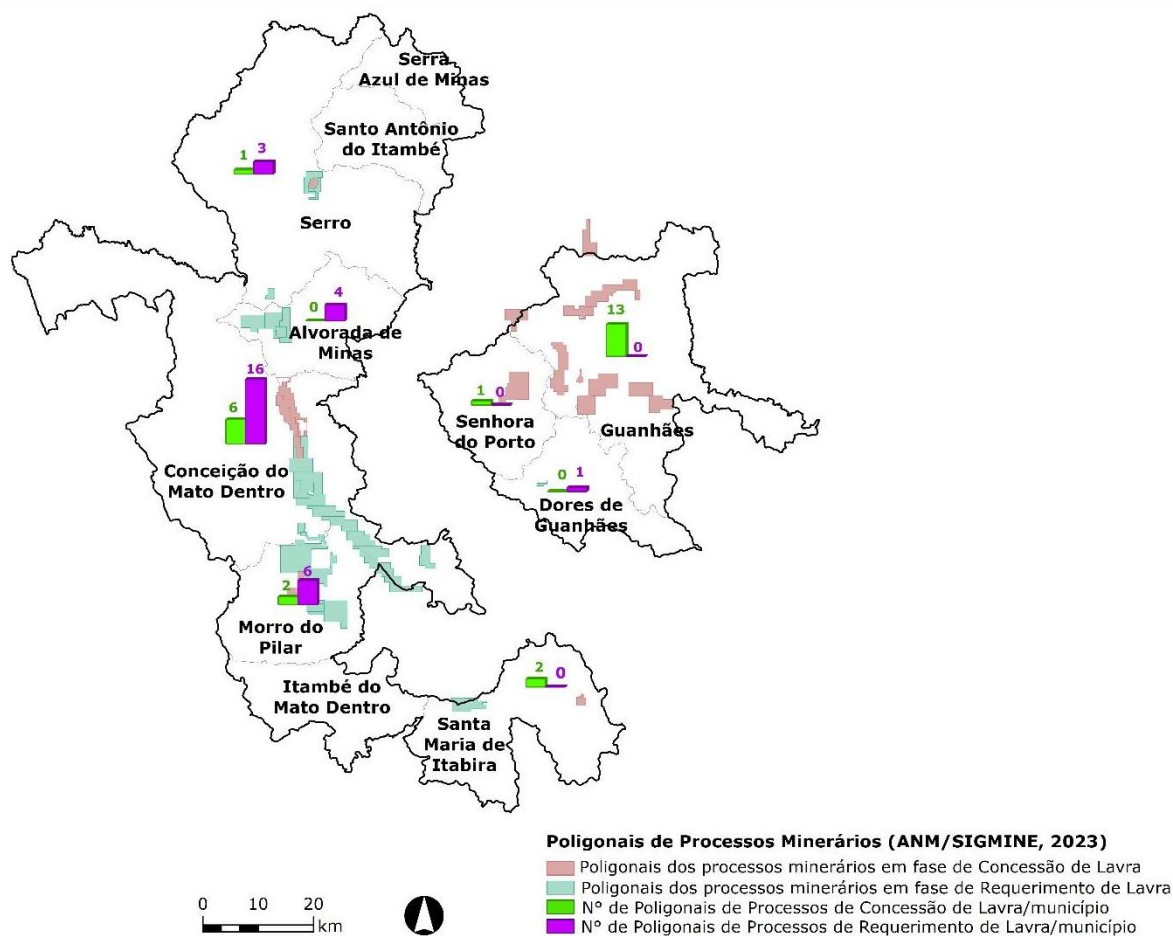
**Figura 7-4 – Poligonais de Processos Minerários no Quadrilátero Ferrífero (QF) –
Concessão de Lavra e Requerimento de Lavra**



Fonte: ANM, 2023.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

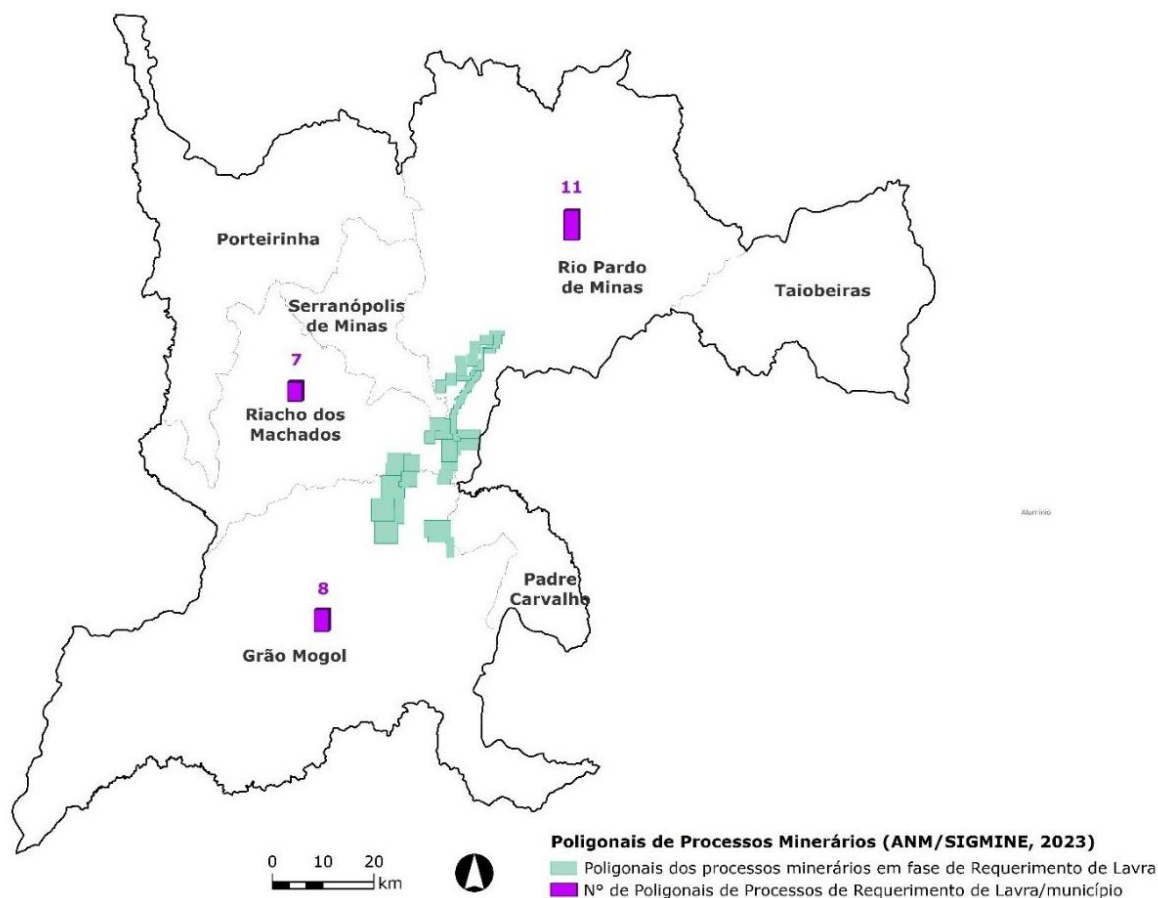
**Figura 7-5 – Poligonais de Processos Minerários na Borda Leste da Serra do Espinhaço (BLSE)
– Concessão de Lavra e Requerimento de Lavra**



Fonte: ANM, 2023.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

Figura 7-6 – Poligonais de Processos Minerários no Distrito Ferrífero de Nova Aurora (DFNA) – Requerimento de Lavra



Fonte: ANM, 2023.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

Essa dinâmica de entrada de novas minas deverá representar pressões sobre a oferta hídrica, em parte já comprometida, das bacias hidrográficas dos rios das Velhas (SF5), Paraopeba (SF3), Piranga (DO1), Piracicaba (DO2) e Santo Antônio (DO3). De forma complementar, para o Distrito Ferrífero de Nova Aurora, considerando que as bacias apresentam baixos índices de ofertas hídricas, a implementação de novos empreendimentos poderá gerar conflitos entre diferentes setores usuários e incrementar a criticidade do balanço hídrico.

A expansão da atividade minerária representa, ainda, pressão sobre a biodiversidade, notadamente em relação aos campos rupestres ferruginosos, dada sua raridade e localização coincidente com as jazidas de ferro. Mecanismos de compensação contribuem para o aumento de estoque de áreas preservadas, embora a cumulatividade de demandas possa superar a oferta de áreas nas bacias hidrográficas afetadas.

No entanto, espera-se que essa nova ordem de compreensão da mineração possa contribuir para ajustar e reduzir a pressão sobre a capacidade de suporte¹⁶ das AAb.

A partir dessa evolução no Brasil e no contexto mundial e das pressões crescentes sobre a capacidade de suporte das AAb, são propostas Opções de Desenvolvimento em vários cortes, segundo os Fatores Críticos à Decisão – FCD, no sentido de uma transição da mineração de ferro visando à sustentabilidade.

Deve-se considerar nesse exercício que os FCD têm grau de abrangência territorial diferenciado:

- O FCD 1 - Governança Institucional e Regulatória, o FCD 2 – Cadeia Produtiva e Tecnologia e o FCD 3 - Estruturas de Disposição dos Resíduos são transversais e entendidos em uma perspectiva geral, valendo para o estado de Minas Gerais como um todo;
- O FCD 4 - Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos Municípios e o FCD 5 – Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos são incorporados com suas espacialidades no contexto das AAb, sinalizando a importância de sua capacidade de suporte.

A seguir, são apresentadas de forma resumida as Opções de Desenvolvimento segundo os FCD, seguidas da respectiva avaliação de Oportunidades e Riscos.

7.2.1 Opção de Desenvolvimento para o FCD 1 - Governança Institucional e Regulatória

A cadeia produtiva do minério de ferro é relevante para o país e para o estado de Minas Gerais e caminhar para o desenvolvimento sustentável é fator determinante no exercício de governar. Esse caminho requer a convergência da Governança Institucional e Regulatória com os processos críticos relativos ao tripé – ambiental, social e econômico.

Para o horizonte 2040, considera-se haver tempo hábil para que a Governança do estado de Minas Gerais consolide trajetória rumo à geração de valor público sustentável, um dos objetivos maiores desta AAE, no sentido de sua capacidade de governar em rede colaborativa, fortalecendo sua orientação para resultados. O desenvolvimento econômico e demais vetores associados – investimentos, emprego, renda, bem-estar, oportunidades etc., são fatores que contribuem para a conquista continuada do valor sustentável.

Reconhecida a maturidade institucional para reformas pertinentes à sustentabilidade ambiental, social e econômica, a opção de desenvolvimento implica repensar estratégias de coordenação intra e intergovernamental e suas formas de articulação com o setor privado e com a sociedade civil em geral, o que contribuirá para o fortalecimento da credibilidade do Estado quanto à efetiva aplicação da lei.

¹⁶ Capacidade de suporte ambiental, social, econômica e cultural é a capacidade dos ambientes em acomodar, assimilar e incorporar um conjunto de atividades antrópicas sem que suas funções naturais sejam fundamentalmente modificadas e que ainda proporcionem padrões de qualidade de vida aceitáveis às populações que habitam esses ambientes. (Adaptado de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www2.uft.edu.br/download/?d=9634bd6a-6f67-4d58-b6ba-f639201a905;1.0:o_homem_e_o_espaco_967.pdf](https://www2.uft.edu.br/download/?d=9634bd6a-6f67-4d58-b6ba-f639201a905;1.0:o_homem_e_o_espaco_967.pdf) - acesso em junho de 2023)

O enfoque transformador 2040 pressupõe¹⁷ que o estado e os grupos não estatais interajam para formular e implementar políticas, trabalhando em um conjunto de normas formais e informais modeladas pelo poder.

Na sequência, são apresentadas as oportunidades e os riscos associados a essa opção de desenvolvimento (**Quadro 7-2**).

Quadro 7-2 – Oportunidades e Riscos – FCD 1 – Governança Institucional e Regulatória

OPORTUNIDADES	
1.	Presença centenária da mineração de ferro no estado, com reconhecida importância global, fortalece o autorreconhecimento de Minas Gerais como “estado minerador”.
2.	Estado detém reconhecido capital técnico e tecnológico especializado em processos da mineração e metalurgia.
3.	Equipe de profissionais que compõe o efetivo do Estado, ainda que quantitativamente reduzida, detém competência e experiência para a gestão institucional da cadeia produtiva da mineração de ferro.
4.	Reconhecidas competências e experiências presentes no estado de Minas Gerais potencializam oportunidades para a integração e simplificação de normas, de processos e de procedimentos, com vistas a agilizar decisões institucionais.
5.	Existência de significativo arcabouço legal estadual voltado à mineração, ainda que requeira sua articulação com requisitos da legislação federal.
6.	Existência de políticas, planos e programas governamentais expressam a disposição institucional do Estado rumo à sustentabilidade ambiental, social e econômica, mesmo que articulações entre esses instrumentos se façam necessárias.
RISCOS	
1.	Insuficiência de efetivo legado que evidencie mudanças estruturantes na qualidade de vida da sociedade.
2.	Reputação negativa do setor de mineração, principalmente após as tragédias em 2015 e 2019.
3.	Comprometimento da relação de confiança entre as partes interessadas.
4.	Concentração da atividade de extração de ferro em empresas mineradoras de grande porte.
5.	Conhecimento insuficiente da capacidade de suporte ambiental, social e econômica dos distritos ferríferos ¹⁸ para abrigar os novos empreendimentos de mineração previstos e demais usos pretendidos para a região.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

¹⁷ Nos termos do Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2017: Governança e o Direito. Disponível em <https://www.worldbank.org/pt/news/press-release/2017/01/30/improving-governance-is-key-to-ensuring-equitable-growth-in-developing-countries>. Acesso em agosto/2023.

¹⁸ Utiliza-se Distritos Ferríferos e Áreas de Abrangência como sinônimos, tal como consta no Termo de Referência da AAE, tendo sido utilizadas frequentemente ambas as terminologias nos produtos da AAE.

7.2.2 Opção de Desenvolvimento para o FCD 2 – Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas

O estado de Minas Gerais detém significativas reservas minerais de ferro, responde por cerca de 64% (ANM, 2022) da produção bruta de minério de ferro do país, é detentor de diversos elos da cadeia produtiva do minério de ferro, assim como de expressivo capital técnico e tecnológico especializado nos setores de minério de ferro e metalurgia.

Para 2040, as exigências do mercado quanto à competitividade e à produtividade do setor de mineração estarão intensificadas, ao mesmo tempo em que às reservas de ferro no estado de Minas Gerais estarão associados teores gradativamente menores se comparados às demais reservas presentes no território nacional. Esse cenário impõe a adoção de avanços tecnológicos nas plantas operacionais hoje vigentes com vistas à manutenção da produtividade necessária à competitividade que se almeja, assim como para a viabilidade técnica e econômica de novos empreendimentos e para que sejam evidenciadas as ações voltadas à sustentabilidade ambiental, social e econômica expressas em requisitos globais.

Assim, para o horizonte 2040, é impositivo que a Cadeia Produtiva do Minério de Ferro incorpore avanços tecnológicos e inovações que assegurem sua produtividade e que, ao mesmo tempo, se traduzam, prioritariamente: (i) na minimização da geração e da disposição dos resíduos da mineração de ferro, o que impõe avanços tecnológicos significativos diante da existência de menores teores; (ii) na descarbonização dos processos geradores de gases de efeito estufa; (iii) na adaptação às mudanças climáticas, frente a eventos climáticos extremos atípicos; (iv) no respeito à capacidade de suporte dos recursos socioambientais dos territórios mineradores, com ênfase na gestão responsável dos recursos hídricos e do uso do solo. É relevante que esses avanços estabeleçam a minimização de conflitos com a comunidade e com a sociedade em geral, como requisito basilar.

O capital técnico e tecnológico existente no estado de Minas Gerais potencializa oportunidades para que esses avanços sejam desenvolvidos, sob a estimulação da Governança Institucional do Estado para a atuação em rede colaborativa.

Projeta-se, também, a implantação gradativa de corredores logísticos dedicados à cadeia produtiva da mineração de ferro, que atendam inclusive às pequenas e médias mineradoras, assim como à cadeia de abastecimento da mineração e da metalurgia.

No **Quadro 7-3**, apresentado na sequência, são descritas as oportunidades e os riscos associados a essa Opção de Desenvolvimento.

Quadro 7-3 – Oportunidades e Riscos – FCD 2 – Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas

OPORTUNIDADES
1. Conhecimento acumulado nas Universidades e Centros de Pesquisa em nível nacional, com ênfase no estado de Minas Gerais e à mineração de ferro e sua metalurgia. 2. Presença de iniciativas governamentais voltadas à inovação tecnológica e desenvolvidas pela Subsecretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da SEDE. 3. Presença de empresas mineradoras de grande porte que viabilizam a absorção de novas tecnologias, inclusive em resposta ao avanço no contexto mundial. 4. Incentivo para a implantação de avanços tecnológicos no processo operacional, visando manter a produtividade e a competitividade frente à redução natural dos teores de ferro nas reservas de Minas Gerais. 5. Reaproveitamento dos resíduos da mineração, o que contribui para minimizar o quantitativo de resíduos a serem dispostos na mina e reitera o compromisso rumo à sustentabilidade, ainda que os projetos de inovação evidenciados para esse fim sejam incipientes.
RISCOS
1. Redução natural dos teores de ferro nas reservas de Minas Gerais, que remete à geração de maiores quantitativos de resíduos da mineração (rejeitos). 2. Insuficiência de logística de transporte para o escoamento do minério gerado e, inclusive, para a cadeia de suprimentos. 3. Entraves fiscais e tributários que podem comprometer iniciativas de reaproveitamento dos resíduos gerados na mineração. 4. Limitação para a incorporação de avanços tecnológicos por pequenas e médias empresas da mineração de ferro. 5. Existência de dificuldade de absorção pelo mercado e de entraves logísticos para reutilização dos resíduos e rejeitos da mineração de ferro, inclusive pela indústria da construção civil.

Elaboração: Tetra Mais, 2024.

7.2.3 Opção de Desenvolvimento para o FCD 3 – Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração

Considerada a ambiência de interesse que representa a disposição dos resíduos da mineração de ferro, além da perspectiva de eventos climáticos extremos, projeta-se que as alternativas para essa disposição serão continuamente discutidas, combinadas/compatibilizadas e otimizadas, tendo em vista o objetivo da minimização e a necessidade de gradativo e crescente reaproveitamento dos resíduos gerados e da intensificação de critérios de segurança das estruturas de disposição. As alternativas deverão envolver, em maior ou menor grau, os empreendimentos em operação, os empreendimentos paralisados e/ou abandonados e os novos empreendimentos.

Reconhecendo o valor da informação fidedigna e tempestiva na vida do cidadão, o que transmite credibilidade nas ações do Estado, recomenda-se que as informações relativas às estruturas de disposição dos resíduos da mineração de ferro sejam disponibilizadas em sistemas de informação oficial.

Para o horizonte 2040, projeta-se a intensificação da disposição dos resíduos da mineração em pilhas, para o que se prevê o desenvolvimento de regulamentação específica, na esfera federal, que defina requisitos e critérios de segurança para essas estruturas, notadamente em relação à Classificação de Risco e ao Dano Potencial Associado. Diante de eventos climáticos atípicos, ações voltadas à segurança dessas estruturas assumem condição basilar.

No **Quadro 7-4**, apresentado na sequência, são descritas as oportunidades e os riscos associados a essa Opção de Desenvolvimento.

Quadro 7-4 – Oportunidades e Riscos – FCD 3 - Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração

OPORTUNIDADES
1. O Estado dispõe de plataforma <i>online</i>, Sistema de Informações de Gerenciamento de Barragens – SIGIBAR, hospedada no Portal Ecossistemas, que visa subsidiar a gestão ambiental de barragens do Sistema Estadual de Meio Ambiente. O SIGIBAR reúne dados e informações relativos às barragens de resíduos da mineração. 2. A redução natural dos teores de ferro nas reservas de Minas Gerais remete à geração de maiores quantitativos de resíduos da mineração (rejeitos) que podem representar novos negócios de coprodutos.
RISCOS
1. A redução natural dos teores de ferro nas reservas de Minas Gerais remete à geração de maiores quantitativos de resíduos da mineração (rejeitos). 2. Ausência de normas específicas relativas à segurança da disposição dos resíduos da mineração (estéreis e rejeitos) em pilhas. 3. Ausência de normas que estabeleçam requisitos e critérios para a adaptação a eventos climáticos atípicos, aplicáveis à segurança de todas as estruturas de disposição de resíduos da mineração (barragens, pilhas, outros).

Elaboração: Tetra Mais, 2024.

7.2.4 Opção de Desenvolvimento para o FCD 4 – Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos Municípios - 2040

A Opção de Desenvolvimento para o tema da Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos Municípios antecipa uma agenda de transição rumo a possibilidades de diversificação econômica no QF e BLSE e a exploração do lítio com absorção de sua dinâmica no DFNA, no marco temporal de 2040. Igualmente, a Sustentabilidade Cultural também está incluída na análise de longo prazo mostrando seus conflitos nessa dinâmica. Ambos os temas são acompanhados de uma avaliação de riscos e oportunidades mais significativos.

7.2.4.1 Sustentabilidade Econômica, Social e Institucional

Considerando-se a cadeia produtiva do minério de ferro nas Áreas de Abrangência da AAE, seus municípios podem seguir diferentes tipologias produtivas em médio e longo prazos, anteveendo-se as seguintes possibilidades:

- Municípios continuam vivenciando a dependência econômica da extração de minério de ferro em decorrência da existência de poucas empresas em um mercado oligopolizado. Assim, municípios minero-dependentes continuam nessa condição e não ocorre diversificação das economias locais, principalmente no QF, mas também na BLSE. Há tentativas concebidas pelo Estado, mas nem todas desencadearão economias diversificadas;
- Municípios alcançam a diversificação produtiva, incluindo oportunidades de investimento ligadas à produção já existente, ou a novas atividades produtivas e/ou ao adensamento qualificado da cadeia do minério de ferro, conforme prevê o Projeto de Reconversão Produtiva em Territórios Minerados, principalmente no QF, mas também na BLSE;
- Municípios com exaustão econômica de reservas minerais sem suficiente diversificação econômica em tempo hábil, no QF, sofrendo os efeitos adversos desse processo de empobrecimento econômico e social;
- Municípios vivenciam a continuidade da produção de minério de ferro, com exploração de menor teor ferrífero e com alguma diversificação produtiva, dado o aproveitamento dos rejeitos para variados segmentos produtivos, incluindo-se potencialidades fora da mineração, como na Construção Civil;
- Municípios não minerários do QF, mas inseridos na cadeia produtiva do minério de ferro (por exemplo, produzindo ferro-gusa), acabam explorando também suas eventuais reservas de ferro;
- Município do Distrito Ferrífero de Nova Aurora (Taiobeiras), na porção norte do estado, passa a explorar o lítio (matéria-prima para a produção de baterias de carros híbridos e elétricos) e participa da dinâmica dessa região, colaborando para a transição energética no contexto de uma política de estado;

- Municípios não participantes da cadeia produtiva do minério de ferro, com condição econômica, social e institucional frágil e insuficiente para desencadear processos sustentáveis, nas três Áreas de Abrangência, sobrevivem graças às transferências fiscais de receita orçamentária e à renda familiar fortalecida por políticas compensatórias do Governo Federal.

A partir dessa diversidade de possíveis comportamentos das economias municipais antevista para 2040, pode-se desenhar alternativas para a Opção de Desenvolvimento do FCD 4, no sentido de uma agenda de transição para desencadear processos econômicos sustentáveis nos municípios das Áreas de Abrangência/distritos ferríferos. Trata-se de alternativas voltadas a uma situação otimista e desejável para uma vez avaliadas frente aos Riscos e Oportunidades, referenciar no próximo capítulo as sugestões de Diretrizes e Recomendações. Com esse enfoque, as situações desejáveis de longo prazo são descritas a seguir para as áreas em estudo.

No QF e na BLSE concentram-se esforços e incentivos à diversificação produtiva continuada nas economias dependentes da mineração de ferro, no sentido de uma transição para redução da minero-dependência, considerando-se a natureza finita dos recursos minerais e a consequente exaustão da atividade de exploração mineral. Tanto o setor público, quanto a iniciativa privada, irão propiciar a necessária reestruturação econômica desses municípios, garantindo incentivos.

Essa possibilidade ocorre, com maior ou menor ênfase, em municípios melhor estruturados economicamente com escala suficiente para atrair novos segmentos produtivos: no QF os municípios de Nova Lima, Itabira, São Gonçalo do Rio Abaixo, Ouro Preto, Sabará, Itabirito, Ibirité, Brumadinho, Mariana, Congonhas e Itatiaiuçu se destacam por sua força econômica diferenciada e importância minerária são priorizados no esforço de diversificação econômica. Conceição do Mato Dentro na BLSE já vem recebendo iniciativas nessa direção. E no município de Brumadinho, inclusive, já se discute a construção de um distrito industrial para receber variados investimentos.

Em termos da diversificação das economias, há maior chance de absorção de segmentos produtivos ligados, por exemplo:

- Ao adensamento de cadeia produtiva do ferro “para frente”, com oportunidades de mercado (ferro-gusa, ferroliga, “aço verde”¹⁹, fundição, entre inúmeros outros elos) e também “para trás”, envolvendo a produção de insumos necessários à extração minerária. Em conjunto, provocam reestruturação econômica nos municípios com essa aptidão. Em especial prevê-se que esse processo ocorra com crescente descarbonização da economia;
- À transformação produtiva de resíduos (estéreis e rejeitos) em escala econômica e adequada, desencadeando a produção de vários segmentos da construção civil;

¹⁹ Aço verde é um termo que se refere a práticas de produção de aço que visam reduzir o impacto ambiental e melhorar a sustentabilidade em comparação com métodos tradicionais de produção de aço. Abrange a utilização de tecnologias mais eficientes em termos de energia, a redução de emissões de CO₂, o uso de matérias-primas recicladas e a minimização do desperdício durante a produção. Busca-se reduzir a pegada de carbono da indústria do aço, contribuindo assim para a mitigação das mudanças climáticas e promovendo práticas mais sustentáveis na cadeia produtiva.

- À tecnologia para o aproveitamento de minas de baixo teor, pois parte significativa das minas onde já foi explorado ou exaurido o minério rico, aponta para declínio da qualidade das reservas no QF, o que implicará novos estudos e planejamento detalhado para a mineração sustentável;
- À complexificação da oferta de bens e serviços propiciada pelo efeito renda/emprego, particularmente nos municípios mineradores de maior expressão.

Em conjunto, esses investimentos, sempre privilegiando aqueles que utilizam tecnologia orientada para a descarbonização das cadeias produtivas, compõem um portfólio de oportunidades que poderá propiciar, de um lado, melhores empregos e renda para as famílias e, de outro, aumento continuado na receita orçamentária e, desta maneira, na oferta de bens e serviços públicos, redundando em ganhos sociais para a população.

No Distrito Ferrífero de Nova Aurora (DFNA) poderá ocorrer uma tendência à minero-dependência econômica do minério de ferro, considerando a existência de número significativo de poligonais de processos minerários na fase de Requerimento de Lavra. Potencialmente, esses processos podem se transformar em investimentos efetivos, ainda que outros determinantes locacionais fundamentais para atração de investimento na extração de minério de ferro não sejam aí atendidos, como a oferta de água e de logística de transporte para escoamento da produção do minério. Também a necessidade de mão-de-obra especializada, entre outras externalidades urbanas, poderá não ser atendida.

De qualquer forma, os municípios do DFNA situam-se próximos da região com potencial de exploração de lítio, onde atualmente se concentram esforços governamentais e incentivos fiscais para estimular sua produção e assim contribuir com a transição energética. Essa proximidade poderá representar, futuramente, investimentos diversos na região, como em infraestrutura, tecnologia e outros. Saliente-se que, recentemente, um projeto destinado à exploração de lítio na porção Norte do Estado foi anunciado pelo governo estadual (AGÊNCIA MINAS, 2023), no contexto de um plano para posicioná-la como centro produtor de minerais críticos/estratégicos para a transição energética, em direção a uma economia de baixo carbono. Abre-se assim oportunidade para produção de outros produtos da cadeia do lítio, essenciais para essa mudança. Além disso, esses municípios fazem parte da região da SUDENE, podendo usufruir de incentivos fiscais dessa instituição.

Certamente, tais iniciativas, em conjunto poderão desencadear concorrência espacial pelos escassos recursos regionais disponíveis no DFNA, dificultando mais ainda a atração de investimento relacionado ao minério de ferro, devido às condições necessárias para sua viabilização.

Nos três distritos minerários, os mecanismos que estruturam os Arranjos Produtivos Locais – APL reconhecidos estarão fortalecidos com lideranças fortes, representatividade e maturidade para trabalharem, cada vez mais, com associativismo e vantagens decorrentes e contribuindo para a diversificação produtiva de seus territórios.

No contexto dessa Opção de Desenvolvimento desejável, deve-se considerar as principais Oportunidades e Riscos, expressos no **Quadro 7-5**.

Quadro 7-5 – Oportunidades e Riscos – FCD 4.1 – Sustentabilidade Social, Econômica e Institucional

OPORTUNIDADES
1. História minerária centenária do QF e papel global na mineração de ferro. 2. Cultura empresarial minerária estabelecida no QF. 3. Externalidades positivas acumuladas para mineração no QF. 4. Infraestrutura de transportes (apesar dos problemas), energia e comunicação estão disponíveis no QF. 5. QF abrange e se distribui no entorno da Metrópole Nacional de Belo Horizonte²⁰, que apresenta densidade de oferta de bens e serviços diversificada, o que representa vantagens locais para esse território (QF). 6. Existência de um número considerável de Arranjos Produtivos Locais – APL em etapa estruturada, com destaque no QF, já buscando novos mercados e atraindo investimentos. 7. Presença de empresas minerárias de grande porte, viabilizando absorção das novas tecnologias e participando do avanço tecnológico no contexto mundial (no QF e BLSE). 8. Disponibilidade de capital social nos municípios com cooperação social de natureza histórico-cultural, notadamente no QF e BLSE. 9. ESG entendida não como possibilidade, mas como estratégia, que garante competitividade, principalmente para as empresas líderes. 10. Ações importantes da SEDE, SEBRAE, FIEMG, BDMG, AMIG, IBRAM e outras instituições disponíveis, além de programas específicos, como por exemplo, o Programa de Reconversão da Produção, tendo como piloto o município de Conceição do Mato Dentro. 11. Potencial crescimento da exploração do lítio, próximo ao Distrito Ferrífero de Nova Aurora – DFNA. 12. Pesquisas e conhecimento acumulado sobre mineração nas Universidades do Estado.
RISCOS
1. Ocorrência de Prefeituras com administração frágil, por vezes influenciada por grandes empresas com alta concentração da produção do minério de ferro. 2. Desconhecimento do processo de exaustão e fechamento de minas <i>vis à vis</i> a entrada de novas explorações minerárias ao longo do tempo. 3. Grau de empreendedorismo ainda não fortalecido como prática usual. 4. Ausência de estratégia regional com visão de médio e longo prazo para as Áreas de Abrangência; “Políticas territoriais estão marginalizadas sem status político, sem centralidade administrativa e desprovidas de instrumentos capazes para superar problemas de longo prazo”. (Haddad, 2023)

²⁰ Conforme estudo sobre as Regiões de Influência das Cidades (REGIC), elaborado pelo IBGE em 2018.

RISCOS

5. Economia minero-dependente, vulnerável aos choques adversos dos preços da *commodity* no mercado externo. Além disso, dependente de grandes empresas mineradoras que acabam influenciando as relações institucionais locais;
6. Economias com condições econômica, social e institucional frágeis e insuficientes para desencadear processos sustentáveis, que predominam no Distrito Ferrífero de Nova Aurora.
7. Economia minero-dependente segue um ciclo de evolução em 4 etapas: ascensão, com expansão do ritmo de crescimento; o auge, cresce a taxas decrescentes; a maturidade, com estabilidade na taxa de crescimento, e declínio, com taxas negativas de crescimento. Os governantes e a sociedade nem sempre estão preparados para enfrentar essa evolução (Haddad, 2023).
8. Logística de transporte expressiva, mas não sistêmica (QF), com uso inadequado de rodovias e inexpressiva na BLSE e no DFNA.
9. QF não considerado área-programa no planejamento estadual, tendo em vista seu desenvolvimento sustentável, apesar de sua importância secular na mineração e de todos seus problemas acumulados.
10. Situações de conflitos crescentes entre as mineradoras e as comunidades de seu entorno.
11. Reputação questionada e comprometimento do legado do setor de mineração, principalmente após os rompimentos da Barragem de Fundão, em Mariana, e da Barragem de Córrego do Feijão, em Brumadinho.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.2.4.2 Sustentabilidade Cultural

O enfoque transformador e otimista para o horizonte de 2040, alinhado aos objetivos da AAE e do PEM, considera condições institucionais e empresariais de maior maturidade. Fazem parte também desse enfoque mudanças de comportamento da sociedade civil, considerando alguns dos valores que norteiam as tomadas de decisão do setor, como transparência, prestação responsável de contas à sociedade e equidade nos processos participativos. Com a expansão da dependência econômica em relação ao minério de ferro nas AAb prevista para os próximos anos, o comprometimento do valor histórico, cultural, turístico e da paisagem pela presença da atividade minerária no Quadrilátero Ferrífero - QF e na Borda Leste da Serra do Espinhaço - BLSE pode se exacerbar.

Durante o processo de elaboração da AAE, as análises técnicas aliadas aos resultados da participação social permitiram alcançar importantes conclusões analíticas. À chegada de novos empreendimentos minerários em municípios que já apresentam conflitos do patrimônio cultural, paisagístico e turístico com a atividade minerária, soma-se a insuficiência de informações e dados integrados, atualizados e espacializados de patrimônio cultural, turismo e comunidades tradicionais. Estas informações são fundamentais para as decisões relativas ao desenvolvimento territorial e econômico dos municípios. Essa questão torna-se ainda mais complexa nos locais onde a mineração de ferro não está presente, mas nos quais poderá ser viabilizada no futuro, conforme dados da ANM relativos às poligonais de processos de Requerimento e de Concessão de Lavra (ANM, 2023). Em alguns municípios não mineradores do Distrito Ferrífero de Nova Aurora - DFNA e da Borda Leste da Serra do Espinhaço - BLSE, há um quantitativo significativo de poligonais de processos minerários na etapa de Requerimento de Lavra que, se viabilizados, poderão desencadear alterações nas paisagens e no modo de vida das populações de territórios com Força Cultural e Potencial Turístico expressivos.

Em uma perspectiva favorável, ao mesmo tempo, esses novos investimentos, implantados de forma responsável, poderão incentivar o desenvolvimento de outras cadeias produtivas capazes de transformar positivamente a realidade social do local.

Nesse quadro, deve-se considerar ainda, que estarão em curso processos de melhoria na governança das questões sociais, culturais e turísticas que convergem para a qualificação dos estudos de impactos sobre o patrimônio cultural dos municípios mineradores, com conhecimento aprofundado de suas forças culturais.

Ademais, observa-se uma preocupação cada vez maior na elaboração de projetos de investimento socioambiental privados aderentes às demandas e especificidades ambientais, sociais, econômicas e culturais desses territórios. Esses esforços, somados à necessária atualização, integração e espacialização dos bancos de dados sobre esses temas, terão o potencial de fortalecer esses territórios de várias maneiras.

Em primeiro lugar, a espacialização dos dados e informações irá permitir melhor compreensão dos recursos naturais e culturais presentes nessas áreas, bem como de suas interconexões. Isso possibilitará o planejamento e gestão adequados do desenvolvimento do território, permitindo a identificação de áreas sensíveis que precisam ser protegidas e de áreas mais propícias para o desenvolvimento de atividades turísticas e econômicas.

Esses dados, integrados, enriquecem as tomadas de decisão sobre como desenvolver projetos socioambientais e culturais que preservem e valorizem o patrimônio local, abrangendo a implementação de políticas de conservação, a promoção do turismo sustentável e a criação de programas educacionais e de qualificação profissional que envolvam as comunidades locais.

Importa destacar que o diálogo com as partes interessadas é um elemento fundamental, tanto do processo decisório bem fundamentado quanto da boa governança, e contribui para a criação de vínculos fortes e sustentáveis entre poder público, empresas e sociedade (KVAM, 2017).

Neste sentido, a promoção da construção de consensos, articulações e cooperações entre os setores envolvidos com a atividade minerária poderá contribuir para uma governança eficaz na abordagem dos desafios locais, alcançando transformações que possam beneficiar a todos. Os diálogos tenderão a ser mais inclusivos e as contribuições das comunidades poderão ser consideradas nas tomadas de decisão dos empreendimentos minerários.

Embora o diálogo e a busca por consenso possam exigir mais tempo e esforços inicialmente, os benefícios no longo prazo, em termos de prevenção de conflitos, qualidade das decisões e aceitação das ações, muitas vezes superam esses custos iniciais. Nesta perspectiva, ter-se-á ambiente favorável à percepção social, refletindo em uma melhora na reputação do setor.

No contexto dessa Opção de Desenvolvimento, deve-se considerar as Oportunidades e Riscos tratados no **Quadro 7-6**.

Quadro 7-6 – Oportunidades e Riscos – FCD 4.2 – Sustentabilidade Cultural

OPORTUNIDADES
1. História minerária centenária do QF e papel global na mineração de ferro. 2. Força Cultural e Potencial Turístico dos distritos ferríferos. 3. Maturidade da interação social entre os setores que discutem as questões relacionadas ao patrimônio cultural no estado de Minas Gerais. 4. ESG (<i>Environmental, Social and Governance</i>) é entendido como uma iniciativa importante, pois requisitos globais exigem investimentos socioambientais. 5. Ações da SEMAD, da FEAM, do IPHAN e do IEPHA para articulação, cooperação técnica e atualização de normas para fortalecimento do processo de avaliação dos impactos no patrimônio cultural no licenciamento ambiental. 6. Política de Regionalização do Turismo de Minas Gerais, que constitui as Instâncias de Governança Regional – IGR (Decreto nº 47.687/2019; Resolução Secult nº16/2020; Lei nº 22.765/2017) para organizar, desenvolver e consolidar a atividade turística local e regional de forma sustentável, regionalizada e descentralizada, com participação da sociedade civil e do setor privado. 7. Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo em MG (2016). 8. Entidades e instituições setoriais representativas indicando caminhos para o desenvolvimento sustentável do setor, envolvendo questões relativas ao patrimônio cultural, engajamento de partes interessadas e desenvolvimento do turismo.

RISCOS

1. Qualidade institucional da gestão pública local nem sempre suficiente.
2. Vulnerabilidade socioeconômica e institucional de municípios não mineradores.
3. Desconhecimento do processo de exaustão e fechamento de minas *vis à vis* a entrada de novas explorações minerárias ao longo do tempo.
4. Dificuldades de alinhamento de procedimentos entre o processo de licenciamento ambiental e o processo de avaliação dos impactos sobre o patrimônio cultural, devido a divergências jurídico-normativas entre os órgãos responsáveis pela tutela dos bens culturais, históricos e artísticos e o órgão ambiental.²¹
5. Reputação questionada e comprometimento do legado do setor de mineração, principalmente após os rompimentos das barragens.
6. Ausência de legado - mudanças efetivas e estruturantes que contribuam para melhorias na qualidade de vida.
7. Comprometimento da legitimação social afetando a relação de confiança entre as partes interessadas.
8. Ausência de instrumentos de planejamento territorial para os três Distritos Ferríferos da AAE, agravada pela insuficiência de informações e dados integrados, notadamente relativos às comunidades tradicionais.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.2.5 Opção de Desenvolvimento para o FCD 5 – Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos

7.2.5.1 Biodiversidade

Com a expansão da mineração de ferro pode-se antever exaustão de estoques de áreas para compensação ambiental, especialmente nas bacias hidrográficas do rio Doce e São Francisco, Alto Jequitinhonha e Pardo. Adicionalmente, é provável o aumento de pressões sobre as cadeias da sociobiodiversidade. Tensões e conflitos vão requerer, portanto, maior atenção relativa ao planejamento e fortalecimento institucional. Este aspecto é especialmente importante ao se considerar a fragilidade dos municípios, reduzindo seu papel na tomada de decisões relativas à conservação dos componentes ecológicos nas sub-bacias hidrográficas de seus territórios.

²¹ Está em processo a atualização da Deliberação Normativa CONEP nº 007/2014 que estabelece normas para realização dos estudos de impacto no patrimônio cultural no estado de Minas Gerais objetivando resguardar o patrimônio cultural estadual de possíveis danos de atividades e/ou empreendimentos que se encontram em processo de licenciamento ambiental junto à FEAM. Essa atualização visa contribuir para a realização de estudos mais assertivos e aprofundados do patrimônio cultural, de modo que se possa de fato entender como os empreendimentos impactam questões relativas a este tema, nas suas diferentes fases. Ademais, a Gerência de Apoio Técnico - GAT/FEAM passou a ser competente pela articulação com os órgãos intervenientes no licenciamento ambiental, evidenciando significativo esforço da SEMAD em buscar alinhamento com os órgãos intervenientes, inclusive com proposição de celebração de termo de cooperação técnica como instrumento para formalizar os procedimentos acordados para manifestação destes órgãos nos processos de licenciamento ambiental. Nesse sentido, a atualização desta normativa e os esforços de cooperação entre o órgão ambiental e os órgãos intervenientes, poderão contribuir para que esse risco seja reduzido.

Por outro lado, evidencia-se, no estado de Minas Gerais, um movimento de transição da gestão pública, que se traduz em um importante arcabouço de instrumentos voltados ao suporte do planejamento de um desenvolvimento sustentável.

Afora instrumentos já consagrados como os de licenciamento e ordenamento territorial, o estado de Minas Gerais vem internalizando na gestão pública outros importantes mecanismos voltados à sustentabilidade ambiental. Incentivos por meio de mecanismos como ICMS Ecológico são um exemplo, assim como Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), implantados em vários municípios. A construção de Banco de Dados oficial disponível (IDE-SISEMA) é outro avanço na organização de instrumentos de planejamento e gestão do Estado, assim como a revisão recente e ainda em curso, das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade (APCBs).

O enfoque transformador delineado, articulado com os objetivos da AAE e do PEM-MG para o horizonte de 2040 considera esta maturidade institucional, permitindo estabelecer valores que norteiam as tomadas de decisão do setor, como transparência, prestação responsável de contas à sociedade e equidade nos processos participativos.

A partir desses possíveis comportamentos antevistos para 2040, pode-se desenhar a alternativa para a Opção de Desenvolvimento do FCD 5 no sentido de propiciar processos sustentáveis, no que se refere às questões de biodiversidade e sociobiodiversidade nas Áreas de Abrangência da AAE, observando-se as possibilidades apresentadas a seguir.

Municípios mineradores, bem como aqueles que apresentam boa estrutura institucional, terão crescente fortalecimento da estrutura institucional e gerencial do setor ambiental, passando a inserir a sustentabilidade como um dos pilares para o conjunto das políticas públicas e em suas inter-relações.

Ainda que prevaleça a atividade mineradora nestes municípios, haverá crescente valorização das cadeias da sociobiodiversidade, notadamente no que se refere ao ecoturismo e turismo rural. Estas, por sua vez, podem impulsionar as demais cadeias da sociobiodiversidade, incluindo produção agroflorestal, contribuindo para a diversificação de atividades. Nesse sentido, o planejamento ecoturístico e o apoio a estas atividades passam a ser importante motor para seu fortalecimento.

De forma similar, cadeias da sociobiodiversidade, que têm a paisagem como ativo, passam a ser valorizadas em municípios não minerários que apresentem atrativos turísticos, explorando ecoturismo, turismo rural e de aventura. A ampliação de rotas turísticas e a criação de novas rotas, abrangendo vários municípios, pode levar ao estabelecimento de agendas comuns de proteção socioambiental.

Dada a importância e magnitude dos impactos da mineração na biodiversidade e na estrutura e dinâmica da paisagem, mecanismos de compensação ambiental estarão previstos, tendo em vista propiciar a preservação de amostras de ecossistemas similares aos suprimidos pela mineração. Contudo, dependendo da extensão e magnitude desses impactos, extrapola-se o limite possível das bacias hidrográficas.

Desta forma, nessa perspectiva busca-se favorecer a proteção da biodiversidade em localidades chave, por meio de planejamento da paisagem como suporte para decisões conjuntas entre empreendedores e poder público. Passa-se, cada vez mais, a considerar nestas decisões as Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCB), os *hotspots* de biodiversidade de campos rupestres ferruginosos, as unidades de conservação (UCs) existentes e os corredores ecológicos. Dependendo das circunstâncias, também é permitido investir em recuperação de áreas degradadas em microbacias ou sub-bacias afetadas pela mineração. Finalmente tem-se a opção de realizar investimentos em UCs existentes ou em suas zonas de amortecimento, complementando o rol de ações de compensação. São favorecidas, desta forma, a heterogeneidade e a conectividade da paisagem. Mas vale ressaltar que algumas modalidades de compensação não admitem que sejam feitas em Unidades de Conservação de Proteção Integral, como o caso das estabelecidas pela Lei nº 11.428/2006.

Avanços na pesquisa sobre biodiversidade irão fortalecer conceitos de capital natural e de serviços ecossistêmicos, evidenciando a flora e fauna como fontes de princípios ativos, óleos essenciais e substâncias bioquímicas, alimento, entre outros ativos renováveis, desde que adequadamente manejados. Amplia-se de forma crescente a colaboração entre cientistas e populações tradicionais, observando-se protocolos de uso de seu conhecimento e repartição equitativa de benefícios. Municípios minerários que apresentem exaustão de minas tendem a incorporar na agenda ambiental o apoio às cadeias da sociobiodiversidade, buscando articular a incorporação de áreas de recuperação e de conservação (como Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs, reservas legais, áreas de preservação ambiental - APAs) de mineradoras, ao sistema de áreas protegidas municipais.

Cria-se, desta forma, a transição para um ambiente favorável à valorização da biodiversidade, da heterogeneidade da paisagem e da diversificação de atividades socioambientais. Associados a usos mais transformadores do ambiente natural, como agropecuária, urbanização e mineração, tende-se à conformação de mosaicos de usos diversificados, em que coexistem atividades com diferentes níveis e intensidades de alteração, conservação, preservação e recuperação dos ecossistemas.

No contexto dessa Opção de Desenvolvimento, deve-se considerar as seguintes Oportunidades e Riscos, conforme **Quadro 7-7**.

Quadro 7-7 – Oportunidades e Riscos – FCD 5.1 - Biodiversidade

OPORTUNIDADES
1. Presença de cadeias da sociobiodiversidade nos distritos ferríferos, inclusive algumas sob a forma de Arranjos Produtivos Locais – APL, refletindo-se em ganhos econômicos para a região. 2. Disponibilidade de capital natural decorrente da presença de diferentes biomas nos distritos ferríferos. 3. Exigências de compensação ambiental em decorrência da implantação de empreendimentos que causam impacto ambiental significativo, contribuindo para a conservação ambiental. 4. Atualização das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (APCBs) que podem favorecer decisões de compensação ambiental voltadas à preservação de <i>hotspots</i> de biodiversidade, notadamente de campos rupestres ferruginosos, direcionando estas compensações no sentido de favorecer conectividades da paisagem. 5. Criação do Núcleo de Gestão Ambiental na Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – SEAPA, propiciando condições de transversalidade das questões ambientais no ambiente rural (Lei nº 24313/2023). 6. Conceitos como biofilia²², soluções baseadas na natureza (SbN), resiliência e temas voltados a fazer frente às mudanças climáticas ganham força e visibilidade assim como discussões sobre avanços na governança ambiental no tema sustentabilidade e na transição energética. 7. ESG (<i>Environmental, Social and Governance</i>) é entendido como uma iniciativa importante, pois requisitos globais exigem investimentos socioambientais. 8. Entidades e instituições setoriais representativas indicando caminhos para o desenvolvimento sustentável do setor, envolvendo questões relativas ao patrimônio natural, proteção ambiental e desenvolvimento de pesquisas.
RISCOS
1. Qualidade institucional da gestão pública local nem sempre suficiente. 2. Vulnerabilidade socioeconômica e institucional de municípios, especialmente os não-mineradores. 3. Desconhecimento do processo de exaustão e fechamento de minas vis à vis a entrada de novas explorações minerárias ao longo do tempo, dificultando o planejamento e gestão ambiental. 4. Desarticulação das cadeias da sociobiodiversidade pela entrada de empreendimentos minerários e de reflorestamentos.

²² Hipótese da biofilia, ideia de que os seres humanos possuem uma tendência inata de buscar conexões com a natureza e outras formas de vida. O termo biofilia foi usado pelo psicanalista Erich Fromm e, mais tarde, pelo biólogo americano Edward O. Wilson em seu trabalho *Biophilia* (1984), que propôs que a tendência dos humanos de se concentrar e se filiar à natureza e outras formas de vida tem, em parte, uma base genética. [Biophilia hypothesis | Description, Nature, & Human Behavior | Britannica](#). A hipótese da biofilia vem sendo utilizada para repensar o modelo de cidade e urbanização, assim como a arquitetura, buscando um desenho urbano mais sustentável.

RISCOS

5. Compensações de campos rupestres ferruginosos utilizando ecossistemas estruturalmente semelhantes, mas com dissimilaridade na composição biológica.
6. Exaustão de áreas para compensação nas bacias hidrográficas afetadas pela cumulatividade de demandas.
7. Subutilização de instrumentos de planejamento e gestão ambiental devido a fragilidade institucional e técnica.
8. Sobreposição da agenda do agronegócio à agenda ambiental, sem incorporar a transversalidade desejada nas políticas rurais.
9. Ausência de instrumentos de planejamento territorial para os três Distritos Ferríferos da AAE, agravada pela insuficiência de informações e dados integrados e atualizados, especialmente de campos rupestres.
10. Agravamento do risco de extinção de espécies relacionadas a campos rupestres, tanto da fauna quanto da flora, visto que há grande perda destes ambientes e que não há possibilidade de restauração que indique riqueza e diversidade. A situação se torna mais grave dado ao alto grau de endemismo verificado nos ambientes rupestres.
11. Não observância de áreas protegidas por meio de corredores ecológicos.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.2.5.2 Recursos Hídricos

O balanço hídrico das bacias hidrográficas, em que há empreendimentos consolidados de mineração de ferro, mostra uma série de trechos com alto índice de comprometimento hídrico, existente ou potencial, levando a riscos de conflito pelo uso da água e insegurança hídrica para novos empreendedores.

Em parcela importante das bacias hidrográficas da área de estudo, notadamente no QF e BLSE, observa-se significativas demandas para outros setores usuários como o abastecimento humano urbano e rural e a irrigação, o que leva à necessidade de divisão do montante disponível de água entre esses usuários, destacando-se a prioridade para o abastecimento humano.

Na região do DFNA, a condição climática relacionada principalmente aos baixos índices pluviométricos resulta na redução da disponibilidade hídrica para a implantação de empreendimentos que apresentem grandes demandas de água.

A experiência adquirida por meio dos empreendimentos minerários em operação vem levando a melhorias em seus processos de beneficiamento e incremento de ações de reúso e recirculação de água, bem como revitalização das bacias hidrográficas em que estão situados. Tais ações, executadas de forma continuada, poderão levar a maior segurança e garantia de disponibilidade para a manutenção dos empreendimentos atuais e implementação dos futuros. Além disso, ações de governança relacionadas à maior participação do setor em fóruns como Comitês de Bacias Hidrográficas – CBHs ou no Conselho Estadual de Recursos

Hídricos poderão levar o setor a uma melhor consciência da importância do gerenciamento de recursos hídricos para o desenvolvimento de suas atividades.

Dessa forma, no caminho para a sustentabilidade, projeta-se para o futuro alternativas de desenvolvimento relacionadas aos recursos hídricos, com o foco em questões como:

- Melhoria da disponibilidade de informações de ofertas hídricas, demandas e balanço hídrico;
- Incremento em ações de recuperação e conservação dos recursos hídricos;
- Melhoria nos processos produtivos voltados ao incremento de ações de reúso e recirculação de água;
- Avanços em estudos voltados aos impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos e ações para a convivência;
- Integração dos processos de planejamento de recursos hídricos com planos setoriais e outros programas voltados ao desenvolvimento, dentre outros.

Enfim, com base nessas alternativas projetadas, são apresentadas no **Quadro 7-8** as oportunidades e os riscos associados à temática de recursos hídricos.



Quadro 7-8 – Oportunidades e Riscos – FCD 5.2 – Recursos Hídricos

OPORTUNIDADES	
1. A experiência adquirida com a exploração e o beneficiamento de minério de ferro no estado há muitos anos leva a equipes técnicas e base de informações importantes para o desenvolvimento de melhorias nos processos operacionais e otimização do uso da água. 2. Academias e Estado com reconhecido capital técnico e tecnológico especializado em processos de usos da água para a mineração e metalurgia. 3. Presença de empresas mineradoras de grande porte que viabilizam a absorção de novas tecnologias, inclusive em resposta ao avanço no contexto mundial. 4. Arcabouço legal estadual voltado ao gerenciamento de recursos hídricos bastante completo e em constante atualização. 5. Os avanços na implementação da Política de Recursos Hídricos no estado, com os instrumentos de gestão em funcionamento e com avanços relevantes nos últimos anos, como é o caso da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, planos diretores de recursos hídricos e enquadramento de corpos de água em classes. 6. A disponibilidade de informações de oferta, demanda e balanço hídrico atualizadas no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH, permitindo avaliações mais acuradas sobre cursos de água, trechos e vazões disponíveis para novas captações para os empreendimentos. 7. Arranjo institucional implementado nas bacias hidrográficas presentes na área de estudo, com seus respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas em operação, além do SISEMA. 8. A existência de diversos planos voltados ao desenvolvimento dos recursos hídricos em nível nacional ou estadual, a exemplo do Plano Nacional de Recursos Hídricos (aprovado em 2022), Plano Estadual de Recursos Hídricos (com previsão de revisão nos próximos anos), Plano Nacional de Segurança Hídrica (finalizado em 2019), Plano Mineiro de Segurança Hídrica (em elaboração) e Planos Diretores de Recursos Hídricos de bacias hidrográficas já elaborados. 9. A expertise técnica do setor mineral no uso da água pode ser útil para dar suporte a outros setores usuários e para apoio técnico a prefeituras no entorno dos empreendimentos minerários para melhoria de sistemas de abastecimento de água ou esgotamento sanitário.	
RISCOS	
1. Bacias hidrográficas com balanços hídricos críticos, na condição atual, podem ter o incremento de conflitos pelo uso da água entre diferentes usuários e setores a partir da implementação de novos empreendimentos. 2. Reputação questionada e comprometimento do legado do setor de mineração, principalmente após os rompimentos das barragens. 3. Dificuldade para implantação de reservatórios em empreendimentos minerários, fundamentais para os processos de recirculação de água. 4. Necessidade de aprovação pelos Comitês de Bacias Hidrográficas de outorgas de empreendimentos de grande porte. Mesmo que um empreendimento minerário de grande porte tenha sua captação tecnicamente estabelecida dentro dos limites de 30 ou 50% da vazão de referência $Q_{7,10}$, de acordo com os critérios legais de outorga do estado, pode ter dificuldade para obter a devida aprovação do CBH.	

RISCOS

5. As baixas ofertas hídricas nas bacias do DFNA fazem com que novos empreendimentos possam ser planejados apenas com reduzidas demandas e que se enquadrem dentro de critérios restritivos de balanço hídrico, de forma a manter segurança hídrica para outros usos.
6. O cenário de mudanças climáticas vem levando ao incremento de eventos críticos de cheias e estiagens, o que, naturalmente, aumenta os riscos para todos os empreendimentos que utilizam de água nas bacias, incluindo abastecimento público. Afeta os empreendimentos minerários, notadamente no que se refere ao incremento do risco de rompimento de barragens, com necessidade de revisão de dimensionamento de vertedores, bem como verificação dos coeficientes e segurança das barragens para fazer frente aos desafios que se aproximam com o aquecimento global/mudanças climáticas.
7. Previsões de crescimento de demandas de água para outros setores usuários, como é o caso do abastecimento humano e dessedentação animal, considerados prioritários, e a irrigação, levando a riscos de insegurança hídrica mesmo para os atuais empreendimentos minerários.
8. Dificuldade de logística para o escoamento de minério no DFNA, o que leva a avaliações de alternativas de minerodutos, mesmo com os baixos índices de ofertas hídricas. Esse risco também pode ser observado para outros distritos, mas em menor escala, considerando a disponibilidade de ferrovias.
9. A redução natural dos teores de ferro nas reservas de Minas Gerais remete à necessidade de processos mais complexos e riscos voltados à necessidade de maiores demandas de água.
10. Limitação para a incorporação de avanços tecnológicos por pequenas e médias empresas da mineração de ferro.

Problemas pretéritos relacionados à qualidade das águas escoadas a jusante de áreas de minas podem acarretar dificuldades para implementar novos empreendimentos ou para gerir os atuais, localizados em bacias em que o enquadramento de corpos de água já esteja aprovado²³.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

²³ Um exemplo desse risco pode ser relacionado ao processo de implantação de um empreendimento minerário específico, em que há grande movimentação de terra e, naturalmente, quando vem o período chuvoso, o material é carregado a jusante, levando a problemas de qualidade nos corpos hídricos. Ao finalizar a implantação desse empreendimento, tal problema é solucionado com a conclusão de barragens de contenção de sedimentos ou finos. No entanto, mesmo que esse problema tenha sido solucionado após a implantação do empreendimento, a comunidade da região fica com o histórico de problemas relacionados à movimentação de terra e, assim, novas ampliações desse empreendimento podem ter grande dificuldade para serem licenciadas ou autorizadas, bem como outros empreendimentos na mesma região que também necessitem da movimentação de terra. Ocorrem situações, ainda, em que a solução referente a barragens de contenção de sedimentos ou finos não resolve totalmente o problema de qualidade a jusante e, com isso, históricos ruins de determinados empreendimentos anteriores (pretéritos) podem levar a dificuldades de licenciamentos ou outorgas de novos projetos.

7.3 Diretrizes e Recomendações

As Diretrizes têm caráter conclusivo e constituem proposições no âmbito da preparação do documento AAE de pensamento estratégico, traduzindo o sentido de orientação aos entes institucionais parceiros dessa iniciativa.

As diretrizes sugeridas são consideradas movimentos estratégicos que refletem prioridades, combatendo os riscos e aproveitando as oportunidades. Trata-se de Diretrizes para o Setor Público e Recomendações para o Setor Privado, de natureza estratégica e visam o longo prazo (2040).

Todo o esforço e dedicação foram realizados para que sejam claras, concisas, adequadas e implementáveis. Ademais, devem ser objeto de um sistema de monitoramento por meio do acompanhamento de um conjunto de indicadores de resultado com periodicidade explicitada.

Sempre que possível devem ter o mesmo grau de generalidade e em número suficiente para seguir uma dada Opção de Desenvolvimento, tratando-se de orientações para qualificar o processo de decisão decorrente da AAE.

Busca-se garantir boas escolhas nas múltiplas decisões prévias que o setor público poderá tomar na implementação de suas políticas públicas afins com a extração do setor de minério de ferro, valorizando critérios de sustentabilidade, sejam estas decisões de natureza locacional, setorial, ambiental, tecnológica e temporal.

Essas Diretrizes se desdobram em ações com diferentes essencialidades, como as sugeridas no Termo de Referência: Planejamento, Gestão e Governança, captando-se distintos aspectos para que a AAE seja exitosa. Na verdade, as ações são sugestões para orientar e qualificar a tomada de decisão pública e privada e não constituem um plano de ação.

Assim, são propostas ações e medidas viáveis de implantação no contexto do sistema de planejamento estadual envolvendo entes institucionais, públicos e privados, vinculados à cadeia produtiva do minério de ferro, com suas Políticas, Planos e Programas. Essas ações/decisões devem respeitar um determinado período numa perspectiva de curtíssimo prazo abrangendo o primeiro e segundo anos (período de assimilação da AAE pelos entes institucionais participantes), de curto prazo, até seis anos (quando se inicia sua implementação) e posterior monitoramento (até 2040).

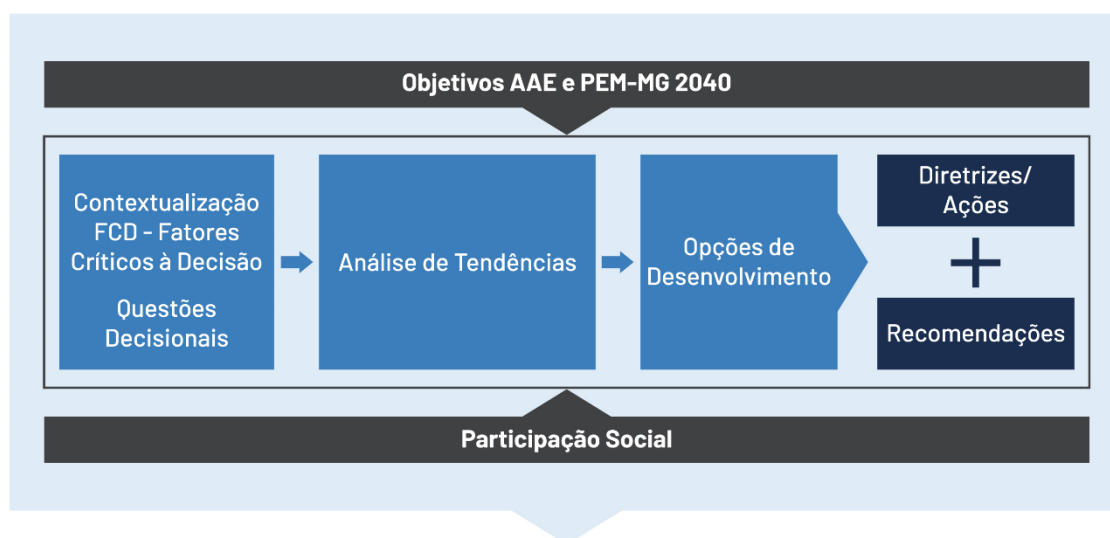
Operacionalmente, as diretrizes também se apoiam em resultados da construção da Matriz de Planejamento para o Minério de Ferro. Trata-se de uma forma auxiliar para se avaliar o grau de efetividade e lidar com Oportunidades e Ameaças exógenas e Potencialidades e Fragilidades endógenas.

Na identificação de Diretrizes e Recomendações contou-se com um processo de participação social, envolvendo a discussão com os entes institucionais de interesse, em dois formatos: realização de workshops com três públicos - governo, empresa e sociedade civil - e entrevistas com técnicos especializados nos temas decorrentes.

Por fim, saliente-se que outras propostas poderão surgir no decorrer da implementação da AAE, enriquecendo o processo decisório no bojo das políticas públicas e do sistema de governança institucional e regulatório. O processo AAE é dinâmico e sempre poderá ser objeto de adaptações e melhorias.

A **Figura 7-7** expressa esse sequenciamento de análise.

Figura 7-7 – Sequenciamento metodológico para identificação das Diretrizes e Recomendações



Rumo à Trajetória de Transição para a Sustentabilidade em suas Dimensões

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.3.1 Diretrizes e Ações segundo Opções de Desenvolvimento

As 18 diretrizes sugeridas foram elaboradas segundo os FCD e expostas em quadros-resumo. Visam contribuir para equilibrar a atividade econômica da mineração de ferro com a preservação e valorização dos territórios mineradores, envolvendo um esforço conjunto e articulado de empresas, governos e comunidades locais.

As ações sugeridas são desdobramentos das diretrizes e compreendem ações de planejamento, gestão e monitoramento.

Apesar de serem concebidas segundo os FCD, as Diretrizes são muitas vezes interdependentes, com sinergia entre elas, sendo destacado no texto quando isso ocorre. Igualmente uma dada ação pode se repetir, contribuindo para mais de uma diretriz, sendo evidenciado via numeração específica.

Nesses termos há relações de causa e efeito entre as ações que convergem para as Diretrizes que, por sua vez, convergem para a visão estratégica de longo prazo da AAE e para os Objetivos Maiores do PEM-MG e da AAE.

O **Quadro 7-9** apresenta uma visão abrangente e integrada das diretrizes sugeridas, segundo os cinco FCD.

Quadro 7-9 – Diretrizes segundo os FCD

FCD 1: Governança Institucional e Regulatória	
Diretrizes	1.1 Estimular e liderar a atuação em rede colaborativa voltada ao desenvolvimento de iniciativas agregadoras de valor público à Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro, ao território minerador e ao seu entorno.
	1.2 Propiciar a incorporação do setor de mineração de ferro em instâncias de planejamento e ordenamento territorial, compatibilizando sua atuação com os demais usos do território minerador e com o desenvolvimento regional desses territórios.
	1.3 Promover a atualização e a articulação das Políticas, Planos e Programas Setoriais, Ambientais e Sociais de governo e do alinhamento regulatório, aplicáveis à Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro.
FCD 2: Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas	
Diretrizes	2.1 Estimular o desenvolvimento e a incorporação de avanços tecnológicos e de inovações voltados à sustentabilidade ambiental, social, cultural e econômica da Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro em Minas Gerais.
	2.2 Interceder na definição e implantação de corredores logísticos dedicados ao escoamento dos produtos da Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro em Minas Gerais, assim como de sua cadeia de suprimentos.
FCD 3 – Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração	
Diretrizes	3.1 Estimular o desenvolvimento de alternativas tecnicamente viáveis e ambientalmente seguras para a disposição dos resíduos da mineração, considerando, inclusive, eventos climáticos atípicos.
	3.2 Proporcionar à sociedade em geral o pleno direito de acesso à informação fidedigna, organizada e atualizada no que se refere à segurança das estruturas de disposição dos resíduos de mineração de ferro no estado de Minas Gerais.

FCD 4 - Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos Municípios	
Sustentabilidade Econômica, Social e Institucional	
Diretrizes	4.1 Estimular o desenvolvimento econômico e a diversificação produtiva em âmbito regional, nos três Distritos Ferríferos, envolvendo portfólio de oportunidades de investimento, rumo a segmentos neutros em carbono.
	4.2 Criar capacidades institucionais e boa governança em territórios mineradores municipais, proporcionando habilidade aos governos locais quanto à implementação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento econômico de seus territórios.
	4.3 Minimizar os efeitos adversos do processo de fechamento de mina e apoiar o desenvolvimento da sustentabilidade ambiental, social e econômica dos municípios mineradores.
Sustentabilidade Cultural	
Diretrizes	4.4 Envidar os melhores esforços para garantir a salvaguarda do patrimônio cultural de Minas Gerais que apresente interface com a mineração de ferro, com o reconhecimento e proteção de seus bens culturais e comunidades tradicionais.
	4.5 Consolidar a atividade turística local e regional de forma sustentável e participativa, contribuindo para redução dos conflitos com a mineração e para a diversificação produtiva nos distritos ferríferos.
FCD 5 - Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos	
Biodiversidade	
Diretrizes	5.1 Incentivar o desenvolvimento econômico ambientalmente sustentável das cadeias da sociobiodiversidade locais/regionais, considerando extrativismo, agroecologia e turismo e aproveitar possibilidades de conformação de mosaicos e corredores de usos sustentáveis em meio a outros usos existentes.
	5.2 Compatibilizar a dinâmica minerária e a conservação de campos rupestres de MG com enfoque de planejamento da paisagem e ênfase na conservação de flora e de fauna ameaçadas de extinção.
	5.3 Planejar banco de áreas potenciais de compensação de campos rupestres ferruginosos e outras formações vegetais nativas, considerando resultados de pesquisas, áreas prioritárias (APCBs), Corredores Ecológicos e zonas de amortecimento de UCs. Inserir dados de áreas de compensação efetivamente realizadas em Banco de Dados oficial (IDE-SISEMA)

Recursos Hídricos	
Diretrizes	5.4 Identificar informações necessárias a serem compartilhadas pelas mineradoras no MIRA – Sistema de Monitoramento Remoto Integrado das Águas de Minas Gerais
	5.5 Implementar ações de conservação, preservação e revitalização de mananciais de produção de água no entorno das áreas dos empreendimentos minerários (nas áreas de propriedade das empresas e de terceiros, quando houver anuência do proprietário).
	5.6 Desenvolver avanços tecnológicos e processos mais eficientes ou com menor consumo de água por produto e divulgar as informações de uso racional e reúso realizadas pelas empresas mineradoras.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.3.1.1 FCD 1 – Governança Institucional e Regulatória

As três diretrizes e respectivas ações definidas para a Opção de Desenvolvimento do FCD 1 estão sistematizadas no **Quadro 7-10**.

Quadro 7-10 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas - FCD 1 – Governança Institucional e Regulatória

DIRETRIZ 1.1	
Estimular e liderar a atuação em rede colaborativa voltada ao desenvolvimento de iniciativas agregadoras de valor público ²⁴ à Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro, ao território minerador e ao seu entorno.	
Ações de Planejamento	
AP-1.1.1: Preparação para a atuação em rede colaborativa que resulte na interação e cooperação entre o estado de Minas Gerais e atores representantes do setor da mineração de ferro e metalurgia, da academia e da sociedade civil.	
AP-1.1.2: Consolidação de temas que demandem a discussão conjunta e coordenada de soluções para a agregação de valor público à Cadeia Produtiva do Minério de Ferro.	
AP-1.1.3: Proposição de indicador para essa Diretriz e de seu respectivo monitoramento, com periodicidade anual, e análise crítica dos resultados.	

²⁴ Valor público são os produtos e resultados gerados, preservados ou entregues pelas atividades de uma organização que representem respostas efetivas e úteis às necessidades ou às demandas de interesse público e modifiquem aspectos do conjunto da sociedade ou de alguns grupos específicos reconhecidos como destinatários legítimos de bens e serviços públicos (art. 2º, inciso II, do Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017).

Ações de Gestão
AG-1.1.1: Atuação em rede considerando os princípios da colaboração, transparência, compartilhamento e o empoderamento dos participantes (“ <i>empowerment</i> ”).
AG-1.1.2: Monitoramento e avaliação dos resultados da atuação em rede, assim como do grau de satisfação e de confiança da sociedade em geral em relação aos resultados auferidos.
Ações de Governança (Coordenação e Parcerias)
AGOV-1.1.1: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.
Recomendações ao Setor Privado
RSP-1.1.1: Participação ativa do setor privado nas discussões em rede colaborativa.

DIRETRIZ 1.2
Propiciar a incorporação do setor de mineração de ferro em instâncias de planejamento e ordenamento territorial compatibilizando sua atuação com os demais usos do território minerador e com o desenvolvimento regional desses territórios.
Ações de Planejamento
AP-1.2.1: Definição do Plano de Ordenamento Territorial (POT) como instrumento de governança institucional e regulatória dos distritos ferríferos, com a compatibilização da atividade de mineração com os demais usos do território e com sua dinâmica econômica. Elaboração de Planos de Desenvolvimento Regional, para cada um desses distritos ferríferos, com base no POT e a partir de modelo participativo.
AP-1.2.2: Definição de indicadores de capacidade de suporte como basilares ao POT e ao Plano de Desenvolvimento Regional.
AP-1.2.3: Identificação de requisitos e critérios técnicos aplicáveis a projetos da mineração de ferro, passíveis de contribuir para a maior adequabilidade no planejamento desses empreendimentos, com vistas, inclusive, à agilização do processo de licenciamento ambiental.
AP-1.2.4: Proposição de indicador para essa Diretriz e seu respectivo monitoramento, com periodicidade anual, e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão
AG-1.2.1: Consolidação de dados atualizados relativos às temáticas ambiental, social, cultural, econômica, incorporando-os à IDE-SISEMA, incluindo os dados relativos ao ordenamento territorial previsto nos planos diretores dos municípios, onde aplicável.
AG-1.2.2: Elaboração de Planos de Desenvolvimento Regional dos distritos minerários, abrangendo disposições presentes na legislação dos municípios, no Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PDDI-RMBH) e caracterizando legados específicos da mineração do ferro a essas regiões.
AG-1.2.3: Divulgação sistemática e periódica dos resultados dos estudos e planos, integrando-os à IDE-SISEMA.
Ações de Governança
AGOV-1.2.1: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.
Recomendações ao Setor Privado
RSP-1.2.1: Incorporação das variáveis ambiental, social, cultural, econômica e político-institucional ao processo de planejamento estratégico de um projeto de capital, evidenciando nos estudos ambientais o compromisso do setor de mineração rumo à sustentabilidade e contribuindo para agilizar o processo de licenciamento ambiental do empreendimento.

DIRETRIZ 1.3
Promover a atualização e a articulação das Políticas, Planos e Programas Setoriais, Ambientais e Sociais de governo e do alinhamento regulatório, aplicáveis à Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro.
Ações de Planejamento
AP-1.3.1: Análise do conjunto de Políticas, Planos e Programas vigentes no estado aplicáveis à Cadeia Produtiva do Minério de Ferro, viabilizando sua atualização e a articulação de seus respectivos objetivos e metas, provendo a integração pertinente, incluindo o disposto no Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado - PDMI, no Plano Estratégico de Logística de Transporte de Minas Gerais, Plano Estadual de Recursos Hídricos, Plano Mineiro de Segurança Hídrica (em elaboração), no Plano Plurianual de Ação Governamental - PPA/MG, entre outros.
AP-1.3.2: Articulação e alinhamento das normas aplicáveis ao setor mineral no estado de Minas Gerais àquelas estabelecidas na esfera federal, respeitadas as competências legais específicas e propiciando a integração do ordenamento jurídico para a mineração no estado.
AP-1.3.3: Proposição de indicador para essa Diretriz e de seu respectivo monitoramento, com periodicidade anual, e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão
AG-1.3.1: Consolidação das Políticas, Planos e Programas ambientais, sociais, culturais e econômicos, aplicáveis ao setor da mineração de ferro, evidenciando os regramentos vigentes e as oportunidades a serem capturadas pelo setor de mineração.
AG-1.3.2: Monitoramento e análise crítica dos resultados obtidos.
Ações de Governança
AGOV-1.3.1: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.3.1.2 FCD 2 – Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas

As duas diretrizes e respectivas ações definidas para a Opção de Desenvolvimento do FCD 2 estão sistematizadas no **Quadro 7-11**.

Quadro 7-11 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas - FCD 2 – Processo de Mineração de Ferro e Inovação Tecnológica

DIRETRIZ 2.1
Estimular o desenvolvimento e a incorporação de avanços tecnológicos e de inovações voltados à sustentabilidade ambiental, social, cultural e econômica da Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro em Minas Gerais.
Ações de Planejamento
AP-2.1.1: Priorização do desenvolvimento de alternativas técnicas e tecnológicas voltadas: (i) à redução da geração dos resíduos da mineração, (ii) ao reaproveitamento desses resíduos (estéril e rejeito) incorporando novos elos à cadeia produtiva da mineração de ferro e contribuindo para a geração de oportunidades de emprego e renda, (iii) à eficiência e à racionalização dos consumos de água e de energia, (iv) à intensificação das ações de segurança relativas à disposição dos resíduos da mineração em barragens, pilhas, e outros, (vi) a iniciativas para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas.
AP-2.1.2: Realização de estudos para intensificação do reaproveitamento de resíduos da mineração de ferro e sua movimentação, reduzindo a necessidade de sua disposição na área da mina.
AP-2.1.3: Proposição de indicador para essa Diretriz e de seu respectivo monitoramento, com periodicidade anual, e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão
AG-2.1.1: Definição de regulamentação para o desenvolvimento e a implantação de ações de adaptação às mudanças climáticas pelas empresas da cadeia produtiva da mineração de ferro.
AG-2.1.2: Formulação de programa de governo, sob a liderança do estado de Minas Gerais, promovendo a incorporação do capital técnico e tecnológico especializado presente nas instituições acadêmicas do Estado e nos centros de desenvolvimento tecnológico, para a estimulação de projetos que contribuam para a solução de problemas, agreguem valor à essa cadeia produtiva e à proteção do bem comum.
Ações de Governança
AGOV-2.1.1: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.
Recomendações ao Setor Privado
RSP-2.1.1: Desenvolvimento de parcerias com micro, pequenas e médias empresas da Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro, compartilhando procedimentos e alternativas tecnológicas pertinentes à escala de produção desses empreendimentos, contribuindo para que o setor mineral esteja alinhado aos requisitos de sustentabilidade ambiental, social e econômica requeridos pelo mercado.
RSP-2.1.2: Colaboração entre empreendedores na discussão de alternativas tecnológicas inovadoras.

DIRETRIZ 2.2
Interceder na definição e implantação de corredores logísticos dedicados ao escoamento dos produtos da Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro em Minas Gerais, assim como de sua cadeia de suprimentos.
Ações de Planejamento
AP-2.2.1: Avaliação das rotas de escoamento de produtos e de suprimentos associadas ao setor da mineração de ferro no Quadrilátero Ferrífero e no distrito da Borda Leste do Espinhaço, para a identificação das demandas e de oportunidades de otimização do tráfego e de minimização dos riscos, considerado o disposto no Plano Estratégico de Logística de Transportes de Minas Gerais.
AP-2.2.2: Desenvolvimento de alternativas para a viabilização de linhas ferroviárias de menor distância (<i>shortlines</i> ferroviárias), ou de vias rodoviárias adicionais específicas, que permitam o escoamento do minério de ferro até um determinado terminal ou local de transbordo, evitando que esse transporte se dê em áreas urbanas dos municípios mineradores, ou que pressionem trechos rodoviários específicos.
AP-2.2.3: Proposição de indicador para essa Diretriz e de seu respectivo monitoramento, com periodicidade anual, e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão
AG-2.2.1: Reconhecimento da logística de escoamento do produto da mineração como elo da Cadeia Produtiva do Minério de Ferro, incorporando a análise da viabilidade dessa logística frente à capacidade de suporte do tráfego rodoviário e ferroviário na região de inserção do empreendimento, ao processo de licenciamento ambiental de empreendimentos minerários.
Ações de Governança
AGOV-2.2.1: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.
Recomendações ao Setor Privado
RSP-2.2.1: Incorporação da logística de escoamento do minério como processo inerente ao estudo de pré-viabilidade dos projetos, identificando alternativas de arranjos operacionais (layouts) que minimizem a pressão sobre o tráfego devido ao uso compartilhado de rodovias e/ou de vias de acesso em áreas urbanas.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.3.1.3 FCD 3 – Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração

As duas diretrizes e respectivas ações definidas para a Opção de Desenvolvimento do FCD 3 estão sistematizadas no **Quadro 7-12**.

Quadro 7-12 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas - FCD 3 – Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração

DIRETRIZ 3.1	
Estimular o desenvolvimento de alternativas tecnicamente viáveis e ambientalmente seguras para a disposição dos resíduos da mineração, considerando, inclusive eventos climáticos atípicos.	
Ações de Planejamento	
AP-3.1.1: Articulação com o MME/ANM para o aperfeiçoamento de marco normativo, em nível federal, que discipline requisitos de segurança e de gestão de risco para as estruturas de disposição dos resíduos da mineração de ferro (estéreis e rejeitos).	
AP-3.1.2: Proposição de indicador para essa Diretriz e de seu respectivo monitoramento, com periodicidade anual, e análise crítica dos resultados.	
Ações de Gestão	
AG-3.1.1: Mapeamento das estruturas de disposição de resíduos da mineração.	
AG-3.1.2: Definição de regulamentação para o desenvolvimento e a implantação de ações de adaptação às mudanças climáticas pelas empresas da mineração de ferro.	
Ações de Governança	
AGOV-3.1.1: Fortalecimento da capacidade operacional do Estado para fiscalização assertiva das estruturas de disposição de resíduos da mineração, no âmbito de sua competência.	
AGOV-3.1.2: Homologação de profissionais e/ou empresas de notório saber/competência técnica para a auditoria de segurança das estruturas de disposição de resíduos da mineração de ferro.	
AGOV-3.1.3: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.	
Recomendações ao Setor Privado	
RSP-3.1.1: Contratação dos profissionais e empresas homologadas pelo Estado para a realização de auditoria de segurança das estruturas de disposição de resíduos da mineração de ferro.	
RSP- 3.1.2: Implementação e manutenção de processo de gestão de riscos, priorizando agilidade de respostas e mitigação dos riscos.	

DIRETRIZ 3.2
Proporcionar à sociedade em geral o pleno direito de acesso à informação fidedigna, organizada e atualizada no que se refere à segurança das estruturas de disposição dos resíduos de mineração de ferro no estado de Minas Gerais.
Ações de Planejamento
AP-3.2.1: Desenvolvimento de sistema de informação do gerenciamento dos resíduos da mineração.
AP-3.2.2: Proposição de indicador para essa Diretriz e de seu respectivo monitoramento, com periodicidade anual e análise crítica dos resultados.
Ações de Gestão
AG-3.2.1: Disponibilização, à sociedade em geral, das informações relativas à disposição de resíduos da mineração, de forma consistente e transparente.
AG-3.2.2: Mapeamento de todas as estruturas de disposição de resíduos da mineração.
Ações de Governança
AGOV-3.2.1: Garantia da disponibilização fidedigna e organizada dessas informações.
AGOV-3.2.2: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.
Recomendações ao Setor Privado
RSP-3.2.1: Repasse sistemático e periódico das informações atualizadas para o governo do estado de Minas Gerais.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.3.1.4 FCD 4 – Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos Municípios

As cinco diretrizes delineadas para a Opção de Desenvolvimento do FCD 4 estão sistematizadas no **Quadro 7-13** (Sustentabilidade Econômica, Social e Institucional) e no **Quadro 7-14** (Sustentabilidade Cultural).

7.3.1.4.1 Sustentabilidade Econômica, Social e Institucional

Quadro 7-13 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas - FCD 4.1 – Sustentabilidade Econômica, Social e Institucional

DIRETRIZ 4.1 Estimular o desenvolvimento econômico e a diversificação produtiva em âmbito regional, nos três Distritos Feríferos, envolvendo portfólio de oportunidades de investimento, rumo a segmentos neutros em carbono.
Ações de Planejamento
AP-4.1.1: Formulação de Estratégia Setorial – proposição de um “Portfólio de Oportunidades de Investimentos - POI” ligados à cadeia produtiva do ferro, envolvendo segmentos variados, em três direções principais: i) elos faltantes na cadeia do minério de ferro, cujo mercado aponte viabilidade econômica segundo informações do PEM (considerando produção de ferro-gusa, ferroligas, fabricação de aço, e fundição, e subprodutos); ii) aproveitamento da disponibilidade de resíduos da mineração de ferro, considerando soluções viáveis para a sua reciclagem, como por exemplo sua aplicação em processos de pavimentação, da formação de briquetes aplicáveis à produção de aços especiais, de utilização da fração silicosa na construção civil, na indústria de fundição, na indústria de cimento, outros; iii) bens e serviços propiciados pelo efeito renda/emprego que as mineradoras trazem em seus territórios. Considerar, em especial, a atração de investimentos em direção ao “aço verde” sustentável. No caso do DFNA, é necessário avaliar as chances de Taiobeiras participar no avanço da produção de lítio e na dinâmica espacial de seu desenvolvimento, considerando a região com potencial de exploração do lítio no Norte do estado. Como resultado, dispor-se-á de um Portfólio de Oportunidades de Investimentos a serem incentivados. Destaque ao fomento a novos negócios que tenham como foco a economia circular e a promoção de mercado para matérias primas secundárias, sempre tendo como orientação a descarbonização.
AP-4.1.2: Formulação de Estratégia Espacial/Regional – proposição de Conjunto de Municípios-Candidatos para atrair investimentos, considerando: a tipologia produtiva do município, sua posição locacional estratégica no contexto do QF, BLSE e DFNA e sua força e estruturação econômica, com destaque para os municípios mineradores como Nova Lima, Itabira, São Gonçalo do Rio Abaixo, Ouro Preto, Sabará, Itabirito, Ibirité, Brumadinho, Mariana, Congonhas e Itatiaiuçu. No âmbito do DFNA, verificação de municípios com potencialidades locais diferenciadas que possam ser estimuladas. Como resultado dispor-se-á de um Conjunto de Municípios-candidatos a serem incentivados para receber projetos do Portfólio de Oportunidades de Investimentos. Destaque ao distrito Industrial de Brumadinho (FIEMG, Prefeitura Municipal).

Inclusão de Portfólio de produtos turísticos em municípios com atrativos turísticos reconhecidos, em consonância com a programação da Secretaria de Cultura e Turismo nos três Distritos Minerários. (Diretriz 4.5)

AP-4.1.3: Compatibilização da Estratégia Espacial no bojo do Plano de Ordenamento Territorial - POT e no Plano de Desenvolvimento Regional (Diretriz 1.2) a serem propostos para os Distritos Minerários, em um estilo de planejamento participativo com *multistakeholders* apoiado em governança regional. O POT, tendo como base a capacidade de suporte socioambiental, fornece a base para a elaboração de Planos de Desenvolvimento Regional individualizados segundo o QF, a BLSE e o DFNA.

AP-4.1.4: Estudo para preparação da região do DFNA tendo em vista identificar e priorizar investimentos em infraestrutura para melhorar seus gargalos socioeconômicos e elos faltantes, incluindo logística de transporte, comunicação e recursos hídricos, entre outras demandas.

AP-4.1.5: Proposição de indicador para a Diretriz (Diversificação Produtiva) e de respectivo monitoramento, com periodicidade anual e análise crítica dos resultados. Incluir indicador para avaliar as iniciativas rumo à produção de Aço Verde. Incluir resultados de monitoramento do Projeto de Reconversão Produtiva em Territórios Minerados.

Ações de Gestão

AG-4.1.1: Articulação técnica/metodológica do Portfólio de Oportunidades de Investimentos e municípios-candidatos com o Projeto de Reconversão Produtiva de Territórios Minerados do SEBRAE-Minas Gerais, abrangendo também atividades turísticas e as propostas do PEM, estas, especialmente, para DFNA.

AG-4.1.2: Realização de eventos anunciando e divulgando os resultados da AAE e do Portfólio de Oportunidades de Desenvolvimento com os entes institucionais potencialmente participantes, como os responsáveis pelo Programa de Reconversão Produtiva, empresas participantes da Carta Compromisso (ESG) e outras empresas candidatas. Dar destaque às discussões sobre o desenvolvimento do DFNA. Incluir também Prefeituras Municipais de interesse, Associações Comerciais e outros.

AG-4.1.3: Criação de programa para a descarbonização da cadeia produtiva, voltado à utilização de gás natural já a curto prazo, evoluindo a médio prazo para o hidrogênio verde e outras fontes, e reduzindo progressivamente as emissões de carbono.

AG-4.1.4: Fortalecimento dos APLs existentes, tanto aqueles já inseridos na cadeia produtiva do minério de ferro, como de outras atividades, por meio da promoção do associativismo no modelo SEDE/SEBRAE, melhorando o poder de negociação, favorecendo compras conjuntas e ampliando a lucratividade e desenvolvimento local.

AG-4.1.5: Realização de cursos SEBRAE-Minas Gerais, orientados ao empreendedorismo, para potenciais empresários ligados ao Portfólio de Oportunidades de Investimentos, em especial nos municípios do DFNA.

Ações de Governança
AGOV-4.1.1: Articulação institucional da SEDE, em direção ao fortalecimento da Diversificação Produtiva, a partir das estratégias Setorial e Espacial, reunindo: ações do Projeto de Reconversão Produtiva, ações estratégicas do PEM-2040, da InvestMinas, do E-Circuito Minas 2023, Programa SEDE APL e, ainda, da FIEMG e AMIG, avaliando integração de suas ações, possibilidades de objetivos comuns e metas associados.
AGOV-4.1.2: Acompanhamento e análise crítica das iniciativas relacionadas à diversificação produtiva dos municípios mineradores.
AGOV-4.1.3: Programa SEDE APL – continuidade para os trabalhos de formação de novos APLs no QF, BLSE e no DFNA, com estímulo à articulação, interação, cooperação e aprendizagem, incluindo atores locais, tais como: governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa e consolidação dos existentes. Como exemplo, destacam-se o APL de Máquinas e Equipamentos, em Congonhas, e o de Fundição, em Itaúna e outros municípios.
AGOV-4.1.4: Articulação institucional da SEDE para melhorar a infraestrutura do DFNA. Mais especificamente, considerar SUDENE – incentivos fiscais para os municípios do DFNA e empresas da cadeia produtiva da extração do Lítio; BNDES com suas linhas de incentivo apoiadas pelo BDMG.
AGOV-4.1.5: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.
Recomendações ao Setor Privado
RSP-4.1.1: Incentivos à integração de critérios de sustentabilidade nas estratégias de negócios das empresas, particularmente nos Conselhos de Administração, e à participação da Carta compromisso/ ESG/IBRAM.
RSP-4.1.2: Criação de plataformas de intercâmbio de boas práticas em mineração de ferro entre empreendedores, considerando atitudes colaborativas das grandes mineradoras com as pequenas e médias empresas.
RSP-4.1.3: Valorização do princípio da corresponsabilidade das empresas mineradoras com sua cadeia de suprimentos.
RSP-4.1.4: Produção de Relatórios Anuais de empresas mineradoras, contendo indicadores de grau de diversificação da economia no contexto territorial onde a companhia atua.
RSP-4.1.5: Os projetos devem viabilizar a utilização de mão de obra e geração de renda localmente.

DIRETRIZ 4.2

Criar capacidades institucionais e boa governança em territórios mineradores municipais, proporcionando habilidade aos governos locais quanto à implementação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento econômico de seus territórios.

Ações de Planejamento

AP-4.2.1: Seleção dos municípios com alta participação da CFEM na receita orçamentária (minero-dependência) e verificação da aplicação da Lei da Transparência²⁵, que determina que estados e municípios também devem disponibilizar informações sobre execução orçamentária e financeira.

AP-4.2.2: Proposição de indicador para a Diretriz e de respectivo monitoramento, com periodicidade anual e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão

AG-4.2.1: Proposição de instrumentos para a diversificação produtiva, como secretarias exclusivas na estrutura administrativa desses municípios, programas de fomento ao desenvolvimento econômico local, fundos municipais de desenvolvimento econômico, conselhos municipais e incentivos fiscais e econômicos e atualização de planos diretores. Esses instrumentos devem estar articulados ao Plano de Ordenamento Territorial - POT dos distritos ferríferos.

Destaque a viabilização de fundos municipais de desenvolvimento econômico integralizados por um percentual da receita da CFEM.

AG-4.2.2: Proposição de mecanismos de planejamento de longo prazo para o direcionamento dos recursos CFEM com controle de regras de destinação e transparência quanto ao seu uso, prestação de contas para a alocação desses recursos, divulgando-os no Portal da Transparência.

AG-4.2.3: Proposição de mecanismos de fiscalização para além do recolhimento da CFEM, incluindo-se estruturas para divulgar a arrecadação e a aplicação desses recursos no site Portal da Transparência do estado de Minas Gerais. Considerando especialmente o percentual destinado às atividades relativas à diversificação econômica, desenvolvimento sustentável da mineração e desenvolvimento científico e tecnológico (§6º, art. 2º da Lei n. 13.540/2017).

AG-4.2.4: Participação no programa Trilhas de Aprendizagem – Escola de Contas do TCE – MG visando o aprendizado para o uso adequado da CFEM no planejamento estratégico do município minerador e sua transparência pública, incluindo a avaliação da possibilidade da criação de Fundo de Desenvolvimento Municipal com recursos da CFEM.

²⁵ Lei n. 12.527/2012.

Ações de Governança
AGOV-4.2.1: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.
Recomendações ao Setor Privado
RSP-4.2.1: Avaliação continuada da conformidade legal da aplicação da CFEM pelos municípios onde operam.

DIRETRIZ 4.3 Minimizar os efeitos adversos do processo de fechamento de mina e apoiar o desenvolvimento da sustentabilidade ambiental, social e econômica dos municípios mineradores.
Ações de Planejamento
AP-4.3.1: Articulação com o MME/ANM com vistas ao aperfeiçoamento de instrumentos de gerenciamento dos processos de fechamento de mina em Minas Gerais e ao alinhamento de normativas aplicáveis.
AP-4.3.2: Concepção de Programa Estadual de Gestão do Fechamento de Mina e de Recuperação Ambiental das áreas da Mineração, abrangendo as minas fechadas e em fechamento, as paralisadas e abandonadas, apoiando a definição de parâmetros voltados à ressignificação ambiental, social e econômica dos territórios mineradores.
AP-4.3.3: Desenvolvimento de Sistema Estadual de Informações sobre o Fechamento de Mina que propicie a identificação e a atualização sistemática da situação de empreendimentos minerários presentes no estado, e que atue como instrumento da gestão integrada desses dados com aqueles constantes do processo de licenciamento ambiental de empreendimentos minerários.
AP-4.3.4: Proposição de indicador para a Diretriz e de respectivo monitoramento com periodicidade bienal e análise crítica dos resultados.
Ações de Gestão
AG-4.3.1: Implantação do Programa Estadual de Gestão do Fechamento de Mina e de Recuperação Ambiental das áreas mineradas, de forma integrada com o Plano de Ordenamento Territorial - POT e o Plano de Desenvolvimento Regional, nos termos da Diretriz 1.2.
AG-4.3.2: Monitoramento dos processos progressivos de fechamento de mina, assim como da recuperação ambiental de minas paralisadas ou abandonadas, identificando, sistematicamente, oportunidades para a agregação de valor aos territórios mineradores.

Ações de Governança
AGOV-4.3.1: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.
Recomendações ao Setor Privado
RSP-4.3.1: Garantia de que o processo de fechamento de mina abranja toda a vida útil do empreendimento, desde sua implantação e, a recuperação e o uso futuro da área impactada pela mineração, contribuindo para a geração de valor no território e incorporando vocações regionais e anseios da sociedade civil.
RSP-4.3.2: Capacitação de profissionais da mineração para que atuem no processo de fechamento de mina.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.3.1.4.2 Sustentabilidade Cultural

**Quadro 7-14 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas -
FCD 4.2 – Sustentabilidade Cultural**

DIRETRIZ 4.4
Envidar os melhores esforços para garantir a salvaguarda do patrimônio cultural de Minas Gerais que apresente interface com a mineração de ferro, com o reconhecimento e proteção de seus bens culturais e comunidades tradicionais.
Ações de Planejamento
AP-4.4.1: Mapeamento e registro em Banco de Dados oficial (IDE-SISEMA) de comunidades tradicionais e de suas formas de produção/extração e dos ecossistemas e capital natural que representem ativos desta produção/extração (Diretriz 5.1).
AP-4.4.2: Realização de inventários detalhados dos bens culturais (edifícios, sítios arqueológicos, tradições culturais e outras manifestações culturais) dos municípios interferidos pelos empreendimentos mineradores.
AP-4.4.3: Estabelecimento de zonas de proteção ao redor de bens culturais identificados e das comunidades tradicionais nos Planos de Ordenamento Territorial (Diretriz 1.2), de modo a disciplinar a expansão da mineração em áreas sensíveis.
AP-4.4.4: Apresentação, análise e aprovação do Plano de Ação de Emergência – PAE ²⁶ no que tange à competência do IEPHA (Portaria IEPHA nº 7/2021).

²⁶ Estabelecido no Art.9º da Lei n. 23.291/2019 que instituiu a Política Estadual de Segurança de Barragens.

AP-4.4.5: Proposição de indicador para essa Diretriz e de seu respectivo monitoramento, com periodicidade anual, e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão

AG-4.4.1: Atualização da Deliberação Normativa CONEP nº 007/2014 que estabelece normas para realização dos estudos de impacto no patrimônio cultural no estado de Minas Gerais objetivando resguardar o patrimônio cultural estadual de possíveis danos de atividades e/ou empreendimentos que se encontram em processo de licenciamento ambiental junto à FEAM.

AG-4.4.2: Criação de programas de sensibilização e educação abrangendo a população local, empresas de mineração e autoridades municipais sobre a importância do patrimônio cultural e os potenciais impactos, positivos e negativos, da mineração.

AG-4.4.3: Capacitação das comunidades tradicionais identificadas no entorno dos empreendimentos minerários para os procedimentos necessários de registro da comunidade junto ao Instituto Estadual de Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais – IEPHA/MG, desenvolvendo o Inventário para fins de Registro da Comunidade – IPAC, assim como a elaboração de Livros de Registros dos Saberes, de Celebrações, de Formas de Expressão e de Lugares.

AG-4.4.4: Capacitação da comunidade local e dos gestores municipais para que possam desempenhar um papel ativo na proteção, conservação e gestão do patrimônio cultural, maximizando os benefícios econômicos da atividade de mineração nesses territórios.

AG-4.4.5: Capacitação das prefeituras para participarem do Programa ICMS Patrimônio Cultural de incentivo à preservação do patrimônio cultural.²⁷

AG-4.4.6: Estabelecimento de mecanismos de monitoramento contínuo para a proteção efetiva do patrimônio cultural durante a operação de mineração, com a criação de sistemas de alerta precoce para detectar e responder a danos iminentes aos bens culturais, em especial diante da possibilidade de eventos extremos.

AG-4.4.7: Treinamento de equipes de prefeituras municipais para atuação, juntamente com o estado de Minas Gerais, na realização de cadastro de populações tradicionais, atividades que exercem e ecossistemas que utilizam (Diretriz 5.1).

AG-4.4.8: Destinação de parte da CFEM e de outros impostos gerados pela indústria de mineração para a preservação e proteção do patrimônio cultural local.

AG-4.4.9: Capacitação de agentes locais, das prefeituras e comunidades, para atuarem na conservação e gestão do patrimônio cultural.

²⁷ A redistribuição da parcela da receita do produto da arrecadação do ICMS pertencente aos municípios no estado de Minas Gerais, é reconhecida nacionalmente como uma das políticas pioneiras e eficazes de municipalização da proteção do patrimônio cultural (DN Conep nº 01/2021 e Portaria IEPHA nº 35/2022.)

Ações de Governança

AGOV-4.4.1: Cooperação entre entidades governamentais e organizações regionais, nacionais e internacionais para compartilhar melhores práticas e recursos para a proteção do patrimônio cultural.

AGOV-4.4.2: Articulação consistente entre Prefeituras Municipais, Governo do Estado e Empresas relacionada aos conflitos fundiários nos municípios mineradores, envolvendo Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – SEAPA que conta com a Assessoria de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, e tem como uma de suas atribuições a promoção da regularização fundiária rural, e a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Social – SEDESE, responsável pelo monitoramento, mediação e resolução de conflitos sociais. (Lei nº 24.313/2023).

AGOV-4.4.3: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Recomendações ao Setor Privado

RSP-4.4.1: Estabelecimento de parcerias colaborativas entre empresas e prefeituras para desenvolver estratégias de proteção do patrimônio cultural e programas de responsabilidade social corporativa direcionadas à valorização e proteção dos bens culturais dos municípios onde existem empreendimentos.

RSP-4.4.2: Desenvolvimento e investimento das empresas em práticas e tecnologias que minimizem os impactos sobre o patrimônio cultural e modos de vida das comunidades locais.

RSP-4.4.3: Aperfeiçoamento de práticas de comunicação entre as empresas e comunidades para aumentar a transparência e relação de confiança entre as partes, incorporando as preocupações e recomendações das partes interessadas nos processos decisórios relativos à implantação e operação dos empreendimentos.

O envolvimento com a comunidade deve acontecer não somente no momento da Audiência Pública, na etapa de obtenção da Licença Prévia, sendo necessário estabelecer estratégias e mecanismos de comunicação.

RSP-4.4.4: Realização de parcerias entre as empresas mineradoras e prefeituras para mapeamentos e catalogação do patrimônio cultural.

RSP-4.4.5: Estabelecimento de mecanismos de monitoramento contínuo para garantir a proteção efetiva do patrimônio cultural durante a operação do empreendimento, apoiando as prefeituras na criação e gestão de sistemas de alerta precoce para detectar e responder a danos iminentes aos bens culturais.

DIRETRIZ 4.5

Consolidar a atividade turística local e regional de forma sustentável e participativa, contribuindo para redução dos conflitos com a mineração e para a diversificação produtiva nos distritos ferríferos.

Ações de Planejamento

AP-4.5.1: Promover a integração com outras políticas públicas de desenvolvimento do turismo, com especial atenção aos distritos ferríferos que tenham potencial destacado para o turismo.

AP-4.5.2: Inclusão no “Portfólio de Oportunidades de Investimentos - POI” em correspondência à Diretriz 4.1, de Portfólio de produtos turísticos em municípios com atrativos turísticos reconhecidos, em consonância com a Política de Regionalização do Turismo de Minas Gerais, constituindo Instâncias de Governança Regional – IGR²⁸, para organizar, desenvolver e consolidar a atividade turística local e regional de forma sustentável, regionalizada e descentralizada, com participação da sociedade civil e do setor privado.

AP-4.5.3: Proposição de indicador para essa Diretriz e de seu respectivo monitoramento, com periodicidade anual, e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão

AG-4.5.1: Capacitação de técnicos das prefeituras dos municípios mineradores para integração à Política de Regionalização do Turismo de Minas Gerais, constituindo as Instâncias de Governança Regional – IGR do Estado ²⁹ (Diretriz 5.1).

AG-4.5.2: Criação de cadastro on-line de empresas de turismo, ecoturismo, turismo de aventura e turismo rural e rotas turísticas (Diretriz 5.1).

AG-4.5.3: Realização de seminários para lideranças locais/regionais na promoção das oportunidades de investimentos regionais em ecoturismo, turismo de aventura e turismo rural (Diretriz 5.1).

AG-4.5.4: Realização de cursos SEBRAE/MG orientados para empreendedorismo para potenciais empresários ligados ao turismo, ecoturismo, turismo de aventura e turismo rural (Diretriz 5.1).

Ações de Governança

AGOV-4.5.1: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

²⁸ Decreto nº 47.687/2019; Resolução Secult nº16/2020; Lei nº 22.765/2017.

²⁹ Decreto nº 47.687/2019; Resolução Secult nº16/2020; Lei nº 22.765/2017.

Recomendações ao Setor Privado

RSP-4.5.1: Apoio na realização de cursos orientados para empreendedorismo aos potenciais empresários ligados ao desenvolvimento de atividades culturais e turísticas nos municípios mineradores.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.3.1.5 FCD 5 – Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos

As seis diretrizes delineadas para a Opção de Desenvolvimento do FCD 5 estão sistematizadas no **Quadro 7-15** (Biodiversidade) e no **Quadro 7-16** (Recursos Hídricos).

7.3.1.5.1 Biodiversidade**Quadro 7-15 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas- FCD 5.1 – Biodiversidade**

DIRETRIZ 5.1
Incentivar desenvolvimento econômico ambientalmente sustentável das cadeias da sociobiodiversidade locais/regionais, considerando extrativismo, agroecologia e turismo e aproveitar possibilidades de conformação de mosaicos e corredores de usos sustentáveis em meio a outros usos existentes.
Ações de Planejamento
AP-5.1.1: Mapeamento e registro em Banco de Dados oficial (IDE-SISEMA) de comunidades tradicionais (Diretriz 4.4) e de suas formas de produção/extração e dos ecossistemas e capital natural que representem ativos desta produção/extração.
AP-5.1.2: Promoção de ações de conscientização da importância da atividade econômica responsável para a melhoria da realidade social e harmonia entre a atividade econômica e a preservação de saberes, costumes e conservação do meio ambiente.
AP-5.1.3: Identificação e avaliação das pressões sobre estes ecossistemas e seu capital natural e sobre estas comunidades. Identificação de gargalos na produção, escoamento e comercialização.
AP-5.1.4: Desenvolvimento de protocolos comunitários relativos ao acesso a conhecimento tradicional associado a recursos genéticos e à repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização de tal conhecimento (conforme Protocolo de Nagoya, 2010). Registro de saberes tradicionais de acordo com o protocolo. Desenvolvimento de projetos de capacitação. Desenvolvimento de ações de economia solidária.
AP-5.1.5: Promoção de pesquisa científica em manejo e conservação de ambientes e territórios utilizados por povos e comunidades tradicionais (CNPT) (Diretriz 5.2).
AP-5.1.6: Mapeamento e inserção em Banco de Dados (tendo a IDE-SISEMA como repositório) de produções agroflorestais, orgânicos, pequenos produtores familiares e apicultores, identificação de pressões e de gargalos no escoamento e comercialização.
AP-5.1.7: Avaliação de possíveis usos agroflorestais no processo de fechamento de minas.

AP-5.1.8: Incentivo a atividades agroflorestais em áreas identificadas para recuperação (Diretriz 5.2). Incentivo a projetos de capacitação. Incentivo a ações de economia solidária.

AP-5.1.9: Cadastro de entidades que atuam com turismo rural, ecológico e de aventura. Mapeamento e formação de banco de dados de destinos e rotas/trilhas turísticas (Diretriz 4.5).

AP-5.1.10: Fortalecimento de rotas turísticas e de trilhas ecoturísticas, por meio de implantação de infraestrutura de informação, recepção, segurança, organização de coletivos de guias turísticos etc.

AP-5.1.11: Desenvolvimento de projetos de capacitação para guias, atendentes, pequenos empreendedores do turismo e fortalecimento de associações e cooperativas.

AP-5.1.12: Planejamento de novas rotas ou expansão de rotas ecoturísticas existentes, considerando corredores ecológicos e áreas verdes de empresas mineradoras (RPPNs, eventualmente Áreas de Compensação).

AP-5.1.13: Proposição de indicador da Diretriz e de respectivo monitoramento e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão

AG-5.1.1: Treinamento de equipes de prefeituras municipais para atuação, juntamente com o estado de Minas Gerais, na realização de cadastro de populações tradicionais, atividades que exercem e ecossistemas que utilizam.

AG-5.1.2: Criação de cadastro *online* de empresas de ecoturismo, turismo de aventura, turismo rural e geológico e rotas turísticas.

AG-5.1.3: Realização de seminários para lideranças locais/regionais na promoção das oportunidades de investimentos regionais em ecoturismo, turismo de aventura e turismo rural.

AG-5.1.4: Promoção de mercado para produção agrícola orgânica, agroflorestal e produtos de extrativismo em regiões mineradoras.

AG-5.1.5: Adoção de políticas de economia solidária: bancos comunitários; empreendimentos de artesanato local; grupos de agricultura familiar; empresas cooperativas de crédito; coletivos ecológicos em regiões mineradoras.

AG-5.1.6: Avaliação de adoção de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) para atividades da cadeia da sociobiodiversidade, em especial para produção agroflorestal.

Ações de Governança

AGOV-5.1.1: Promoção da integração de políticas voltadas à sociobiodiversidade nas regiões mineradoras, implementando programas de estruturação produtiva, de forma planejada e articulada, nos âmbitos estadual e municipal.

AGOV-5.1.2: Elaboração de normas para regulamentação de atividades nas cadeias da sociobiodiversidade (avaliar DN nº 16 de 2023, CODEMA Nova Lima, MG).

AGOV-5.1.3: Composição de parcerias com órgãos federais, estaduais e do terceiro setor para mapeamento e organização das cadeias produtivas da sociobiodiversidade nas regiões mineradoras.

AGOV-5.1.4: Parceria com BNDES/BDMG para disponibilização de linhas de crédito específicas para atividades de sociobiodiversidade.

AGOV-5.1.5: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Recomendações ao Setor Privado

RSP-5.1.1: Estabelecimento de parcerias para ações de economia solidária.

RSP-5.1.2: Inserção de rotas ecoturísticas em áreas protegidas pela mineração.

RSP-5.1.3: Realização de parcerias para agroflorestas e apicultura em mosaico com produção florestal.

RSP-5.1.4: Estímulos a usos agroflorestais em áreas de mineração quando de sua desativação, nas áreas degradadas em que estas atividades sejam viáveis.

DIRETRIZ 5.2

Compatibilizar a dinâmica minerária e a conservação de campos rupestres de MG com enfoque de planejamento da paisagem e ênfase na conservação de flora e de fauna ameaçadas de extinção.

Ações de Planejamento

AP-5.2.1: Em conjunto com a academia, estabelecimento de Protocolo de pesquisas/procedimentos em conservação de espécies ameaçadas de extinção em campos rupestres.

AP-5.2.2: Em conjunto com a academia, estabelecimento de Protocolo de pesquisas em campos rupestres e do seu recorte territorial, considerando substrato geológico com predomínio de geossistemas ferruginosos.

AP-5.2.3: Mapeamento de detalhe, geológico e de cobertura vegetal dos campos rupestres, diferenciando campos rupestres ferruginosos (ou mosaico de campos com predomínio de campos rupestres ferruginosos), de campos rupestres quartzíticos e, eventualmente, cársticos.

AP-5.2.4: Pesquisa botânica e fitossociológica (análise de ordenamento, similaridade e outros), associada à geologia, para auxiliar na diferenciação de tipos de campos rupestres. Avaliação e mapeamento do estado de conservação destes ecossistemas e de pressões.

AP-5.2.5: Análise de paisagem: mapeamento de outras formações vegetais e usos, avaliação da inserção dos campos rupestres ferruginosos na paisagem (contato com outras formações vegetais naturais, com áreas de uso antrópico, áreas degradadas, protegidas na forma de UC, grau de fragmentação e isolamento etc.); identificação (qualitativa e quantitativa) de campos rupestres sob proteção na forma de UCs e de áreas de compensação, tendo em vista conhecer extensão total e conectividades, percentual efetivamente protegido.

AP-5.2.6: Identificação de polígonos de processos minerários em diferentes fases sobrepostos a campos rupestres e análise de criticidade em termos de potenciais perdas destes ecossistemas e riscos de conflitos.

AP-5.2.7: Uso de dados gerados nas pesquisas e de dados de compensação ambiental para ações de planejamento e gestão da paisagem buscando a compatibilização com a mineração.

AP-5.2.8: Proposição de indicador da Diretriz e de respectivo monitoramento e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão

AG-5.2.1: Articulações entre governo, mineradoras, sociedade e instituições de pesquisa visando a integração e compatibilização das atividades de mineração e do sistema de UCs existentes e previstas, Corredores Ecológicos, Área de Compensação existentes, áreas de proteção e recuperação de mananciais das mineradoras (Diretriz 5.6) e Áreas Prioritárias para nortear futuras compensações.

AG-5.2.2: Estabelecimento de parcerias com instituições de ensino superior e pesquisa do estado de Minas Gerais e de outros estados, com pesquisas em campos rupestres (Brasília, São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia etc.) para elaboração e desenvolvimento de Plano de Pesquisa e de Protocolo de amostragem de campo.

AG-5.2.3: Pesquisas Integradas/guarda-chuva em campos rupestres e em planejamento da paisagem, com implementação de projetos de mapeamento e pesquisa com ênfase em campos rupestres ferruginosos e curto, médio e longo prazo (com base no protocolo de amostragem).

AG-5.2.4: Delimitação de áreas prioritárias para as pesquisas: geossistemas ferruginosos, APCBs, afloramentos rochosos, corredores ecológicos, áreas utilizadas por extrativistas (Diretriz 5.1).

AG-5.2.5: Divulgação de resultados em publicações especializadas e por meio de Seminários de divulgação científica.

AG-5.2.6: Inserção de dados (listas de espécies, mapas de campos rupestres com suas diferenciações, áreas consideradas *hotspots*) na IDE-SISEMA.

Ações de Governança

AGOV-5.2.1: Ampliação de parcerias de Universidades e Instituições de Pesquisa com Secretaria de Meio Ambiente de MG e estabelecimento de novas parcerias com instituições afins.

AGOV-5.2.2: Constituição de grupo técnico de acompanhamento com profissionais da Secretaria de Meio Ambiente e pesquisadores.

AGOV-5.2.3: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Recomendações ao Setor Privado

RSP-5.2.1: Consideração da preservação de parcelas de campos rupestres ferruginosos, sempre que possível, excluindo-as das áreas de mineração. Associar estas ações com as ações de proteção de mananciais. (Diretriz 5.6)

RSP-5.2.2: Consideração da integração de áreas protegidas das diversas empresas de mineração em uma mesma região para gestão compartilhada, inclusive com órgãos gestores municipais ou Consórcios. (Diretriz 5.4)

DIRETRIZ 5.3

Planejamento de banco de áreas potenciais de compensação de áreas de campos rupestres ferruginosos e outras formações vegetais nativas, considerando resultados de pesquisas, áreas prioritárias (APCBs), Corredores Ecológicos e zonas de amortecimento de UCs. Inserir dados de áreas de compensação efetivamente realizadas em Banco de Dados oficial (IDE-SISEMA).

Ações de Planejamento

AP-5.3.1: Construção de banco de dados de áreas de compensação existentes, relacionadas com a atividade minerária.

AP-5.3.2: Organização de potenciais áreas de compensação, complementando o previsto na legislação (similaridade e localização na mesma microbacia ou bacia hidrográfica), tais como áreas de *hotspots* de biodiversidade, conectividade, pressões existentes que põem em risco a integridade da área.

AP-5.3.3: A partir das ações de análise de paisagem (Diretriz 5. 2), identificação de potenciais áreas de compensação de campos rupestres, prioritariamente, mas também de outras formações vegetais nativas de interesse para proteção, tendo em vista manter conectividades, criar áreas tampão de UCs existentes e preservar a biodiversidade.

AP-5.3.4: Mapeamento em detalhe destas áreas nos municípios com atividades minerárias existentes ou com processos minerários em fases finais, tendo em vista estabelecer áreas de compensação dentro de um enfoque de planejamento paisagístico, com ganhos de qualidade.

AP-5.3.5: Alimentação de dados por ocasião de processos de licenciamento e prazo de dois anos para inserção dos dados anteriores ao cadastro. Incorporação dos dados à IDE-SISEMA disponibilizando as informações. Recepcionar cadastro das minas paralisadas/ em recuperação.

AP-5.3.6: Formação de Consórcios Ambientais de municípios nos distritos de mineração constituindo Setor Técnico de Meio Ambiente (SIG, geógrafo, geólogo, biólogo, sociólogo) para atuação intermunicipal e apoio técnico aos municípios, para implantação do zoneamento, de ações do planejamento estratégico (Diretriz 1.2) e para identificação de áreas para compensações (áreas de interesse para preservação ou recuperação no município, desde que dentro da bacia afetada por empreendimentos de mineração).

AP-5.3.7: Proposição de indicador da Diretriz e de respectivo monitoramento e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão

AG-5.3.1: Realização de oficinas com instituições de ensino superior e pesquisa envolvidas no Plano de Pesquisas integradas/guarda-chuva em campos rupestres e em planejamento da paisagem para identificação de regiões e localidades para compor banco de áreas para compensação.

AG-5.3.2: Delimitação de áreas prioritárias para compensações e inserção de dados na IDE-SISEMA.

AG-5.3.3: Treinamentos continuados para equipes técnicas de Prefeituras Municipais sobre BDG e seus usos.

Ações de Governança

AGOV-5.3.1: Ampliação de parcerias de Universidades e Instituições de Pesquisa com Secretaria de Meio Ambiente de MG e estabelecimento de novas parcerias com instituições afins.

AGOV-5.3.2: Estabelecimento de normativo para uso de banco de áreas de compensação nos processos de licenciamento.

AGOV-5.3.3: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Recomendações ao Setor Privado

RSP-5.3.1: Divulgação e valorização das áreas protegidas como compensação, criando RPPNs com Planos de Manejo e programas de educação ambiental e pesquisa. Considerar a integração de áreas protegidas das diversas empresas de mineração em uma mesma região para gestão compartilhada, inclusive com órgãos gestores municipais ou Consórcios (Diretriz 5.4).

RSP-5.3.2: Participação efetiva do setor nos processos de discussão e disponibilização de informações.

RSP-5.3.3: Colaboração no treinamento e capacitação de gestores ambientais municipais/Consórcio.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.3.1.5.2 Recursos Hídricos

Quadro 7-16 – Diretrizes, Recomendações e Ações Previstas- FCD 5.2 – Recursos Hídricos

DIRETRIZ 5.4	
Identificar informações necessárias a serem compartilhadas pelas mineradoras no MIRA – Sistema de Monitoramento Remoto Integrado das Águas de Minas Gerais.	
Ações de Planejamento	
AP-5.4.1: Identificação das empresas mineradoras que executam ações de monitoramento contínuo de recursos hídricos.	
AP-5.4.2: Desenvolvimento de inventário de pontos de monitoramento realizado pelas empresas mineradoras (chuvas, vazões, nível de águas subterrâneas, qualidade de águas superficiais e subterrâneas).	
AP-5.4.3: Implementação de processo de disponibilização das informações de monitoramento hidrometeorológico realizado pelas mineradoras junto ao MIRA – Sistema de Monitoramento Remoto Integrado das Águas de Minas Gerais.	
AP-5.4.4: Realização de análise das informações históricas disponíveis de monitoramento das empresas mineradoras e cotejo com as informações necessárias ao MIRA.	
AP-5.4.5: Execução de ajustes porventura necessários no MIRA ou módulo específico do sistema para compartilhamento de dados de monitoramento hidrometeorológico realizado pelas empresas.	
AP-5.4.6: Divulgação dos resultados dos monitoramentos.	
AP-5.4.7: Proposição de indicador da Diretriz e de respectivo monitoramento e análise crítica dos resultados.	
Ações de Gestão	
AG-5.4.1: Realização de treinamento dos órgãos de governo para as mineradoras, sobre MIRA e forma de compartilhamento de dados.	
AG-5.4.2: Desenvolvimento de processo piloto de compartilhamento de dados com algumas empresas.	
AG-5.4.3: Acompanhamento do processo inicial de compartilhamento de dados.	
AG-5.4.4: Realização de avaliação anual do processo de compartilhamento de dados por meio de indicadores.	
AG-5.4.5: Realização de ajustes no processo de compartilhamento de dados, quando necessário.	
Ações de Governança	

AGOV-5.4.1: Verificação da necessidade de normatização do processo de compartilhamento de dados.

AGOV-5.4.2: Articulação dos órgãos de governo com o setor de mineração para a normatização do processo de compartilhamento de dados, incluindo as pequenas e médias mineradoras, e priorizando as bacias mais críticas.

AGOV-5.4.3: Formalização de normas necessárias ao compartilhamento de dados pelas empresas junto ao MIRA.

AGOV-5.4.4: Composição de grupo de acompanhamento dos resultados do compartilhamento de dados.

AGOV-5.4.3: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Recomendações ao Setor Privado

RSP-5.4.1: Participação efetiva do setor nos processos de discussão e disponibilização de informações de monitoramento de recursos hídricos que possam ser relevantes para incrementar o conhecimento técnico das condições de qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas das bacias e aquíferos em que estão instalados.

RSP-5.4.2: Avaliação da possibilidade de melhoria no monitoramento, de forma a permitir avaliações voltadas aos efeitos das mudanças climáticas.

RSP-5.4.3: Desenvolvimento de ajustes nos monitoramentos das mineradoras e compartilhamento de dados.

DIRETRIZ 5.5

Implementar ações de conservação, preservação e revitalização de mananciais de produção de água no entorno das áreas dos empreendimentos minerários (nas áreas de propriedade das empresas e de terceiros, quando houver anuência do proprietário).

Ações de Planejamento

AP-5.5.1: Desenvolvimento de análise das ações de conservação, preservação e revitalização realizadas ou previstas de realização pelas empresas mineradoras.

AP-5.5.2: Cotejo de áreas em que ocorrem ou são previstas ações de conservação, preservação e revitalização das empresas mineradoras com os principais mananciais de abastecimento dos municípios e comunidades no entorno dos empreendimentos ou que sejam relevantes para as bacias hidrográficas em que estão situados.

AP-5.5.3: Identificação de áreas com maior risco de impactos relacionados às mudanças climáticas e que podem ser consideradas como prioridade para ações de conservação.

AP-5.5.4: Verificação de viabilidade de aperfeiçoamento nas ações de conservação, preservação e revitalização realizadas pelas mineradoras para abranger principais mananciais de abastecimento ou que sejam relevantes para as bacias hidrográficas em que estão situados.

AP-5.5.5: Desenvolvimento de aperfeiçoamentos nas ações de conservação, preservação e revitalização realizadas pelas mineradoras de forma a mostrar maior relevância para os recursos hídricos da região.

AP-5.5.6: Identificação de canais de divulgação possíveis para os resultados das ações de conservação, preservação e revitalização realizadas pelas mineradoras (IDE-SISEMA) - Vide Diretriz 5.3.

AP-5.5.7: Desenvolvimento de metodologia e indicadores de monitoramento dos resultados das ações de conservação, preservação e revitalização realizadas pelas mineradoras.

AP-5.5.8: Aplicação da metodologia e indicadores de monitoramento de resultados das ações e publicação no Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRH / Portal InfoHidro-IGAM).

AP-5.5.9: Proposição de indicador da Diretriz e de respectivo monitoramento e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão

AG-5.5.1: Realização de capacitação para as mineradoras, sobre melhores formas de conservação, preservação e revitalização de áreas de mananciais.

AG-5.5.2: Desenvolvimento de processo piloto de ações integradas de conservação, preservação e revitalização entre mineradoras e órgãos de governo.

AG-5.5.3: Acompanhamento do processo piloto e do processo de ampliação de áreas de atuação articulada de conservação, preservação e revitalização.

AG-5.5.4: Avaliação anual do processo de conservação, preservação e revitalização realizado pelas mineradoras e seus resultados para as bacias por meio de indicadores.

AG-5.5.5: Realização de ajustes ao processo de conservação, preservação e revitalização, quando necessário.

Ações de Governança

AGOV-5.5.1: Verificação da necessidade de ajustes em normas relacionadas à conservação, preservação e revitalização, condicionantes de licenciamentos das empresas mineradoras ou Programas de PCA. Incluir as pequenas e médias mineradoras.

AGOV-5.5.2: Articulação dos órgãos de governo com empresas mineradoras para os ajustes nas condicionantes de licenciamentos ou programas de PCA.

AGOV-5.5.3: Formalização dos ajustes nas normas ou condicionantes.

AGOV-5.5.4: Composição de grupo de acompanhamento dos resultados das ações de conservação, preservação e revitalização realizadas pelas empresas.

AGOV-5.5.5: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Recomendações ao Setor Privado

RSP-5.5.1: Incremento das ações de conservação e preservação focadas em mananciais de relevância para as bacias hidrográficas em que os empreendimentos estão instalados e que apresentem criticidade hídrica ou riscos de conflitos com outros setores usuários.

RSP-5.5.2: Apoio técnico das grandes mineradoras às pequenas e médias, na implantação de ações de conservação, preservação e revitalização.

DIRETRIZ 5.6

Desenvolver avanços tecnológicos e processos mais eficientes ou com menor consumo de água por produto e divulgar as informações de uso racional e reúso realizadas pelas empresas mineradoras.

Ações de Planejamento

AP-5.6.1: Identificação das principais tecnologias existentes para beneficiamento mineral e alternativas de reúso. (Diretriz 2.1)

AP-5.6.2: Identificação de índices de uso racional da água para mineração, de acordo com diferentes qualidades e teores de minério e processos produtivos, bem como diferentes condições de bacias hidrográficas e criticidade hídrica. Considerações específicas relacionadas à demanda por água nova e índices de reúso / recirculação interna nos processos. Ação a ser realizada de forma conjunta e articulada entre o estado e as empresas.

AP-5.6.3: Implementação de aperfeiçoamentos nos procedimentos e análises de outorga de forma a induzir a melhoria da eficiência e o uso racional das águas do setor mineral.

AP-5.6.4: Identificação e determinação das informações necessárias a serem disponibilizadas pelas empresas quanto aos seus índices de uso da água.

AP-5.6.5: Estabelecimento de canal do estado para a divulgação dos dados de índices de uso da água pelas empresas e cotejo com índices de uso racional pelo setor.

AP-5.6.6: Proposição de indicador da Diretriz e de respectivo monitoramento e análise crítica dos resultados.

Ações de Gestão
AG-5.6.1: Realização de fóruns para apresentação e compartilhamento de experiências voltadas ao uso racional entre empresas e órgãos gestores de recursos hídricos (ANA e IGAM).
AG-5.6.2: Realização de ações de capacitação para o uso racional da água na mineração.
AG-5.6.3: Definição de metodologia de monitoramento e acompanhamento das ações de melhoria na eficiência do uso da água na mineração por meio de indicadores.
AG-5.6.4: Monitoramento e acompanhamento das ações de melhoria na eficiência do uso da água na mineração por meio de indicadores.
AG-5.6.5: Realização de avaliação anual do processo de melhoria da eficiência e uso racional da água e divulgação dos resultados de monitoramento.
AG-5.6.6: Realização de ajustes aos processos, quando necessário.
Ações de Governança
AGOV-5.6.1: Verificação da necessidade de normatização do uso racional e reúso das águas pelo setor de mineração. E formalização de normas necessárias.
AGOV-5.6.2: Articulação dos órgãos de governo com o setor de mineração para a normatização do uso racional e reúso das águas pelo setor de mineração.
AGOV-5.6.3: Alteração de normas visando formalizar os procedimentos e critérios de outorga de forma a induzir o uso racional da água no setor mineral.
AGOV-5.6.4: Desenvolvimento e formalização de cronograma para aperfeiçoamento dos processos minerários dos empreendimentos com índices de eficiência ainda não adequados.
AGOV-5.6.5: Acompanhamento dos resultados do monitoramento do uso racional da água e das ações de melhoria da eficiência.
AGOV-5.6.6: Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.
Recomendações ao Setor Privado
RSP-5.6.1: Estudo e implementação de ações efetivas voltadas à melhoria / otimização dos processos produtivos levando a menor consumo de água por produto.
RSP-5.6.2: Apoio técnico das grandes mineradoras às pequenas e médias, na implementação de ações de reúso e recirculação de água.
RSP-5.6.3: Levantamento e estudo de tecnologias e ações para uso racional da água na mineração, com o desenvolvimento de ações de fomento pelas próprias mineradoras.

RSP-5.6.4: Criação e divulgação de índice de uso de água pela mineração por parte das empresas do setor
RSP-5.6.5: Execução de ações de aperfeiçoamento dos processos produtivos, como melhoria contínua.
RSP-5.6.6: Implementação de monitoramentos de processos operacionais para aperfeiçoamento do acompanhamento dos índices de uso da água pelas mineradoras.
RSP-5.6.7: Realização dos monitoramentos dos índices de uso da água pelas mineradoras, cotejo com os índices de uso racional e apresentação das ações efetivas e tecnologias utilizadas pelas empresas.
RSP-5.6.8: Divulgação periódica pelas empresas mineradoras dos índices de uso da água, cotejo com os índices de uso racional e ações desenvolvidas pelas mineradoras para melhoria da eficiência de seus usos.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

7.4 Plano de Avaliação e Monitoramento

Trata-se de etapa importante da AAE com pensamento estratégico, pois sugere uma ferramenta de monitoramento para avaliar a aplicação da AAE nas instituições do Estado de Minas Gerais que tenham relação com as questões de sustentabilidade na atividade de exploração do minério de ferro.

Propõe-se um arranjo institucional, para a implementação da AAE, que poderá ser discutido e ajustado pelas partes envolvidas. Recomenda-se o apoio de órgãos governamentais, como um Conselho, uma Comissão ou qualquer outra estrutura existente, preferencialmente identificada pelo Governo do Estado, incluindo representantes de diferentes setores – governo, setor produtivo do minério de ferro e sociedade civil organizada.

O Plano de Acompanhamento e Monitoramento é uma ferramenta deste arranjo institucional, e ajudará a ajustar o processo de tomada de decisões conforme necessário. Baseia-se nos Fatores Críticos à Decisão (FCD) e nas Diretrizes e Recomendações para o setor público e agentes privados, visando a sustentabilidade do setor. O processo de Monitoramento da AAE no setor de exploração de minério de ferro inclui duas fases distintas, subsequentes e interdependentes:

Fase 1 - Assimilação das Diretrizes e Recomendações



PARTICIPANTES

Entes institucionais do poder público, Governo do estado de Minas Gerais, governos municipais, grandes e médias mineradoras, lideranças da sociedade civil.



DURAÇÃO

Curtíssimo prazo, no primeiro e segundo ano (período de assimilação da AAE pelos entes institucionais participantes).



OBJETIVO

Consolidar contextos e amadurecer os movimentos estratégicos principais para o sucesso da AAE.

Fase 2 - Implementação e Monitoramento

- Formalização de parcerias para implementação das diretrizes e ações de planejamento, gestão e governança propostas.
- Definição da linha de base dos indicadores das diretrizes, contendo a proposição definitiva e a quantificação dos indicadores no ano base.
- Monitoramento dos indicadores, tendo em vista o alcance dos resultados esperados para as diretrizes propostas.



PARTICIPANTES

Responsáveis pela condução da AAE e parceiros.



DURAÇÃO

Curto prazo, até seis anos (período em que se inicia sua implementação) e monitoramento sistemático (até 2040).



OBJETIVO

Acompanhar a evolução dos indicadores propostos ao longo do tempo, consolidando contextos e amadurecendo os movimentos estratégicos necessários para a efetiva implementação da AAE e o desenvolvimento sustentável da mineração de ferro.

7.4.1 Indicadores por Fator Crítico à Decisão – FCD e respectivas Diretrizes

Essa etapa, ainda propositiva, tem caráter preliminar, não definitivo. Com a evolução da implementação da AAE e amadurecimento das diretrizes, principalmente nos dois primeiros anos, a identificação dos indicadores se tornará mais clara e as suas medições mais acuradas. Assim, tanto os indicadores quanto as diretrizes e suas ações estão sujeitos a ajustes na fase de assimilação, dependendo de possíveis alinhamentos futuros com outras secretarias e/ou instituições que tenham relação com as temáticas.

Os Quadros-resumo a seguir apresentados trazem as seguintes informações por FCD e Diretriz:

- Indicador: sua denominação, refletindo a essência da Diretriz;
- Objetivo do indicador: o que se pretende medir quantitativa ou qualitativamente;
- Forma de medição: cálculo do indicador, contendo sua formulação, quando for o caso;
- Resultados esperados: evolução desejável do comportamento do indicador;
- Periodicidade da Medição: prazos das medições, sendo a grande maioria bianual e trianual, considerados períodos razoáveis para as sucessivas transformações;
- Fonte dos dados: apresentação das instituições públicas e/ou links de acesso aos dados;
- Responsável pela medição: entes institucionais integrantes do arranjo institucional proposto, a serem identificados na Fase de Assimilação.

Quadro 7-17 – Plano de Acompanhamento e Monitoramento das Diretrizes do FCD 1 – Governança Institucional e Regulatória

DIRETRIZ 1.1	
Estimular e liderar a atuação em rede colaborativa voltada ao desenvolvimento de iniciativas agregadoras de valor público à Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro, ao território minerador e ao seu entorno.	
Indicador	Estímulo aos diálogos ou pesquisa entre diferentes setores para facilitar o desenvolvimento e implementação de estratégias, por meio de espaços de diálogo, entre SISEMA e SEDE, considerando a AAE de minério de ferro e o Plano Estadual de Mineração (PEM).
Objetivo do Indicador	Avaliar o grau de articulação entre SISEMA e SEDE, com setores afins e sociedade civil, na execução das diretrizes e ações previstas no âmbito da AAE e do PEM.
Forma de Medição	Número de parcerias formadas: quantidade de parcerias e colaborações entre SEDE e SISEMA e outras instituições e número de participação em redes colaborativas.
	Somatório do número de parcerias formadas, a cada 03 anos.
Resultados Esperados	Evolução gradativa e consistente do número de proposições acordadas e endereçadas sob a liderança do Estado, ampliando o grau de satisfação e de confiança da sociedade em geral em relação aos resultados auferidos.
Periodicidade da Medição	Trianual
Fonte	Instituição responsável pela condução da AAE.
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

DIRETRIZ 1.2

Propiciar a incorporação do setor de mineração de ferro em instâncias de planejamento e ordenamento territorial, compatibilizando sua atuação com os demais usos do território minerador e com o desenvolvimento regional desses territórios.

Indicador	Fomento a inserção da mineração de ferro em instrumentos de planejamento do SISEMA, a fim de apoiar a tomada de decisões sobre o ordenamento do uso do solo.
Objetivo do Indicador	Medir a inserção territorial sustentável da mineração.
Forma de Medição	Número de instrumentos de planejamento do SISEMA voltados para a mineração de ferro, que incluam diretrizes específicas e sustentáveis sobre a mineração de ferro.
Resultados Esperados	Evolução gradativa e consistente das iniciativas acordadas, registradas e endereçadas.
Periodicidade da Medição	Quinquenal
Fonte	Instituição responsável pela condução da AAE.
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

DIRETRIZ 1.3

Promover a atualização e a articulação das Políticas, Planos e Programas Setoriais, Ambientais e Sociais de governo, e do alinhamento regulatório, aplicáveis à Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro.

Indicador	Mapeamento e diagnóstico das políticas, planos e programas relacionados à mineração de ferro, verificando a existência de lacunas e sobreposições.
Objetivo do Indicador	Medir o nível de integração direta de ações entre Políticas, Planos e Programas de Governo aplicáveis à Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro.
Forma de Medição	Somatório do número de políticas, planos, programas e normas que envolvem a mineração de ferro, que foram revisados, publicados e atualizados no âmbito da SEDE e SISEMA.
Resultados Esperados	Evolução gradativa e consistente das iniciativas voltadas à articulação das PPPs governamentais com a Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro.
Periodicidade da Medição	Quinquenal
Fonte	Instituição responsável pela condução da AAE.
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

**Quadro 7-18 – Plano de Acompanhamento e Monitoramento das Diretrizes do FCD 2 –
Processo de Mineração de Ferro e Inovações Tecnológicas**

DIRETRIZ 2.1	
Estimular o desenvolvimento e a incorporação de avanços tecnológicos e de inovações voltados à sustentabilidade ambiental, social, cultural e econômica da Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro em Minas Gerais.	
Indicador	Desenvolvimento e atualização de instrumentos voltados ao estímulo ESG pelo setor, como a criação de selos, desenvolvimento de ações e projetos em parceria com o Governo, incentivos econômicos, dentre outros.
Objetivo do Indicador	Medir o nível de desenvolvimento de iniciativas ESG pelo setor.
Forma de Medição	Número de iniciativas ESG do setor
	Somatório do número de iniciativas ESG do setor em 05 anos.
Resultados Esperados	Incremento gradativo e consistente de iniciativas voltadas à sustentabilidade ambiental, social, cultural e econômica da Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro em Minas Gerais.
Periodicidade da Medição	Quinquenal
Fonte	Empresas de Mineração, notadamente em seus Relatórios Anuais de Sustentabilidade e entidades representativas do setor, como o IBRAM.
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

DIRETRIZ 2.2

Interceder na definição e implantação de corredores logísticos dedicados ao escoamento dos produtos da Cadeia Produtiva da Mineração de Ferro em Minas Gerais, assim como de sua cadeia de suprimentos.

Indicador	Implantação de novos corredores viários dedicados à mineração, priorizando o Quadrilátero Ferrífero.
Objetivo do Indicador	Medir o grau de melhoria do sistema logístico para o escoamento de produtos da cadeia produtiva do minério de ferro de Minas Gerais.
Forma de Medição	Número de novos corredores viários implantados para o transporte do minério de ferro no Quadrilátero Ferrífero.
	Somatório do número de novos corredores viários implantados a cada 05 anos.
Resultados Esperados	Aumento de novos corredores viários dedicados à mineração de ferro no Quadrilátero Ferrífero, contribuindo para: redução no tempo de transporte de produtos da cadeia produtiva do minério de ferro em Minas Gerais; melhorias na segurança viária e na eficiência do transporte, com menos interrupções e acidentes.
Periodicidade da Medição	Quinquenal
Fonte	• ANTT - Agência Nacional De Transportes Terrestres; • DER - MG Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais - alinhamento com a SEINFRA para melhor definição dos critérios e formas de medição.
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

Quadro 7-19 – Plano de Acompanhamento e Monitoramento das Diretrizes do FCD 3 – Gestão Institucional de Estruturas de Disposição de Resíduos da Mineração

DIRETRIZ 3.1	
Estimular o desenvolvimento de alternativas tecnicamente viáveis e ambientalmente seguras para a disposição dos resíduos da mineração, considerando, inclusive, eventos climáticos atípicos.	
Indicador	Avanço tecnológico na gestão da disposição dos resíduos da mineração de ferro (estéril e rejeito).
Objetivo do Indicador	Identificar o avanço na implantação de alternativas tecnológicas ambientalmente seguras para a disposição dos resíduos da mineração de ferro nos empreendimentos.
Forma de Medição	Monitoramento da quantidade de rejeitos e estéril movimentada por meio do sistema MTR – MG (Manifesto de Transporte de Resíduos). Número de empreendimentos que evidenciem avanços e/ou inovações tecnológicas relacionados à melhoria da segurança relativa à disposição dos resíduos de mineração (estéril e rejeito)
Resultados Esperados	Redução da disposição do resíduo (estéril e rejeito) em pilhas de estéril e barragens de rejeito.
Periodicidade da Medição	Anual
Fonte	Diretoria de Resíduos Especiais e Industriais – DREI.
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

DIRETRIZ 3.2

Proporcionar à sociedade em geral o pleno direito de acesso à informação fidedigna, organizada e atualizada no que se refere à segurança das estruturas de disposição dos resíduos de mineração no estado de Minas Gerais.

Indicador	Disponibilidade de acesso público a informações atualizadas e fidedignas sobre as estruturas de disposição de resíduos de mineração de ferro presentes no Estado.
Objetivo do Indicador	Avaliar a disponibilização de acesso público a informações relativas à segurança das estruturas de disposição dos resíduos da mineração de ferro.
Forma de Medição	Inclusão do “Módulo de Acesso Público”, como parte integrante do Sistema de Informação de Gestão de Barragens (Sigibar).
	Módulo de Acesso Público implantado em até 03 (três) anos.
Resultados Esperados	Propiciar a disseminação de informações relativas à segurança das estruturas de disposição dos resíduos da mineração de ferro, à sociedade em geral.
Periodicidade da Medição	Em até 03 anos.
Fonte	DGB - Diretoria de Gestão de Barragens e Recuperação de Áreas de Mineração e Indústria/FEAM.
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

Quadro 7-20 – Plano de Acompanhamento e Monitoramento das Diretrizes do FCD 4 – Sustentabilidade Econômica, Social, Institucional e Cultural dos Municípios

DIRETRIZ 4.1		
Estimular o desenvolvimento econômico e a diversificação produtiva em âmbito regional, nos três Distritos Ferríferos, envolvendo portfólio de oportunidades de investimento, rumo a segmentos neutros em carbono.		
Indicador	Grau de diversificação produtiva das economias municipais mineradoras.	
Objetivo do Indicador	Mensurar ao longo do tempo (bianualmente) a evolução do comportamento das economias locais de municípios mineradores em termos da diversificação da sua base produtiva e, simultaneamente, a redução da minero-dependência.	
Forma de Medição	Participação do emprego formal em mineração de ferro (EFMi) no total de empregos formais (EFTi) no município minerador de ferro (i);	Participação da arrecadação da CFEMi no total da receita orçamentária (ROi) no município minerador de ferro (i);
	$(EFMi / EFTi) \times 100$	$(CFEMi/ROi) \times 100$
Resultados Esperados	Redução consistente da representatividade do setor do minério de ferro no mercado de trabalho do município minerador (i).	Redução consistente da participação da CFEM na composição da receita orçamentária do município minerador (i).
	Esses Resultados Esperados foram definidos considerando a distribuição estatística das variáveis-base (emprego formal e arrecadação da CFEM). A gradativa redução é consistente com situações de não dependência minerária e consequente aumento da diversificação produtiva.	
Periodicidade da Medição	Triannual	
Fonte	Emprego Formal: Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED/ Ministério do Trabalho). Disponível em: https://bi.mte.gov.br/bgcaged/cagedisper/index.php# SEBRAE, Disponível em: https://datampe.sebrae.com.br/profile/industry/extracao-de-minerio-de-ferro?selector214id=empregoE SalariosOption 6	CFEM: Agência Nacional de Mineração (ANM). Dados sobre Compensação Financeira pela Exploração Mineral - CFEM. Disponível em: https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/sistema-arrecadacao. Total de receitas realizadas: Contas anuais. Receitas orçamentárias realizadas (Anexo I-C) 2017 e Despesas orçamentárias empenhadas (Anexo I-D) 2017. In: Brasil. Secretaria do Tesouro Nacional, Siconfi: Sistema de

		Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro. Brasília, DF. Disponível em: https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/pages/public/consulta_finbra/finbra_list.jsf .
Responsável pela Medição		Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

DIRETRIZ 4.2		
Criar capacidades institucionais e boa governança em territórios mineradores municipais, proporcionando habilidade aos governos locais quanto à implementação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento econômico de seus territórios.		
Indicador	Grau de aplicação da CFEM na rubrica desenvolvimento econômico do município ³⁰ .	
Objetivo do Indicador	Permitir avaliação do direcionamento dos recursos CFEM, com controle de regras de destinação e transparência quanto ao seu uso na rubrica Desenvolvimento Econômico, divulgando esses recursos da CFEM no Portal da Transparência, conforme legislação pertinente. Tanto quanto esse resultado for favorável significa que a boa governança para esse tema está sendo buscada pelas Prefeituras em análise.	
Forma de Medição	Percentual de aplicação do total municipal da CFEM em programas de desenvolvimento econômico do município minerador (i).	
	CFEM Desenvolvimento Econômico do município i / Valor total da CFEM do município i, com "i" variando de 1 a 21 municípios mineradores.	
Resultados Esperados	Aumento consistente da Aplicação da CFEM municipal em programas de desenvolvimento econômico em municípios mineradores.	
Periodicidade da Medição	Triannual	
Fonte	CFEM: Agência Nacional de Mineração (ANM). Dados sobre Compensação Financeira pela Exploração Mineral - CFEM. Disponível em: https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/sistema-arrecadacao	
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.	

³⁰ Direcionamento dos recursos CFEM com controle de regras de destinação e transparência quanto ao seu uso, prestação de contas para a alocação desses recursos no município, divulgando-os no Portal da Transparência.

DIRETRIZ 4.3

Minimizar os efeitos adversos do processo de fechamento de mina e apoiar o desenvolvimento da sustentabilidade ambiental, social e econômica dos municípios mineradores.

Indicador	Quantidade de minas de ferro fechadas e em processo de fechamento ambiental.
Objetivo do Indicador	Monitorar os Processos Administrativos de Fechamento de Mina, com o acompanhamento da implementação das ações de recuperação ambiental até a emissão da “Declaração de Recuperação de Área Minerada”, identificando, sistematicamente, oportunidades para a agregação de valor aos territórios mineradores.
Forma de Medição	Número de minas com “Declaração de Recuperação de Área Minerada” / Número de minas com Processos Administrativos de Fechamento de Mina
Resultados Esperados	Aumento gradativo das minas recuperadas com os Processos Administrativos de Fechamento de Mina concluídos.
Periodicidade da Medição	Trianual
Fonte	FEAM
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

DIRETRIZ 4.4

Envidar os melhores esforços para garantir a salvaguarda do patrimônio cultural de Minas Gerais que apresentem interface com a mineração de ferro, com o reconhecimento e proteção de seus bens culturais e comunidades tradicionais.

Indicador	Nível de medidas adotadas para preservar, proteger e manter o patrimônio cultural dos municípios mineradores.	
Objetivo do Indicador	Medir o nível de preservação e valorização do patrimônio cultural dos municípios mineradores, de acordo com critérios relacionados ao conjunto de ações necessárias aos municípios para participarem do ICMS Cultural (incentivo à proteção do patrimônio cultural, recursos financeiros direcionados ao tema, capacitações e treinamentos, outros). Em relação ao objetivo referente às comunidades tradicionais, deverá ser feito alinhamento com a equipe da SEDESE.	
Forma de Medição	Percentual de prefeituras de municípios mineradores participantes do Programa ICMS Patrimônio Cultural de incentivo à preservação do patrimônio cultural.	Durante a Fase de Assimilação da AAE, propõe-se alinhamento com a SEDESE para viabilizar a elaboração de uma metodologia específica para a Forma de Medição relativa às comunidades tradicionais, tal como uma base de dados com o número de comunidades reconhecidas e registradas oficialmente dentro das poligonais de concessão de lavra nas áreas de abrangência da AAE.
	Número de municípios mineradores participantes do Programa / total de municípios mineradores x 100	
Resultados Esperados	Aumento gradativo do percentual de prefeituras de municípios mineradores participantes do Programa ICMS Patrimônio Cultural de incentivo à preservação do patrimônio cultural.	Maior conhecimento e proteção das comunidades tradicionais que apresentem interface com a mineração de ferro nas áreas de abrangência da AAE.
Periodicidade da Medição	Triannual	
Fonte	Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico (IEPHA): https://www.iepha.mg.gov.br/index.php/programas-e-aco-es/patrimonio-cultural	A ser definida na fase de Assimilação da AAE.
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.	

DIRETRIZ 4.5

Consolidar a atividade turística local e regional sustentável e participativa, contribuindo para a redução dos conflitos com a mineração de ferro e para a diversificação produtiva nos distritos ferríferos.

Indicador	Nível de desenvolvimento do turismo nos municípios mineradores com potencial turístico.
Objetivo do Indicador	Medir o número de municípios mineradores que participam da Política de Regionalização do Turismo de Minas Gerais. Quanto mais organizado e estruturado o município estiver quanto à gestão do turismo, mais fortalecido e preparado estará para lidar com potenciais conflitos com a mineração de ferro. Para participarem da Política devem cumprir critérios de boa governança e desenvolvimento turístico.
Forma de Medição	Percentual de prefeituras dos municípios mineradores com potencial turístico, integradas à Política de Regionalização do Turismo de Minas Gerais ³¹ .
	$\text{Número de municípios mineradores participantes da política} / \text{total de municípios mineradores} \times 100$
Resultados Esperados	Aumento gradativo de prefeituras de municípios mineradores com potencial turístico integradas à Política de Regionalização do Turismo de Minas Gerais.
Periodicidade da Medição	Triannual
Fonte	SECULT - Secretaria de Estado de Cultura e Turismo: https://www.secult.mg.gov.br/ https://www.secult.mg.gov.br/noticias-artigos/7102-secult-divulga-lista-de-municipios-participantes-da-politica-de-regionalizacao-do-turismo-de-minas-gerais
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Elaboração: Tetra Mais (2024).

³¹ Política de Regionalização do Turismo de Minas Gerais, que constitui as Instâncias de Governança Regional – IGR (Decreto nº 47.687/2019; Resolução Secult nº16/2020; Lei nº 22.765/2017) para organizar, desenvolver e consolidar a atividade turística local e regional de forma sustentável, regionalizada e descentralizada, com participação da sociedade civil e do setor privado.

**Quadro 7-21 – Plano de Acompanhamento e Monitoramento das Diretrizes do FCD 5 –
Sustentabilidade da Biodiversidade e dos Serviços Ecossistêmicos**

DIRETRIZ 5.1	
Incentivar o desenvolvimento econômico ambientalmente sustentável das cadeias da sociobiodiversidade locais/regionais, considerando extrativismo, agroecologia e turismo e aproveitar possibilidades de conformação de mosaicos e corredores de usos sustentáveis em meio a outros usos existentes.	
Indicador	Fomento das cadeias da sociobiodiversidade nas áreas de abrangência da AAE.
Objetivo do Indicador	Medir a estruturação da governança local para o fortalecimento da cadeia da sociobiodiversidade nas Áreas de Abrangência da AAE.
Forma de Medição	Durante a Fase de Assimilação da AAE, propõe-se o alinhamento com outras secretarias e ou instituições que tenham relação com a temática desta diretriz, para viabilizar a elaboração de uma metodologia específica para a forma de medição, tal como o somatório de programas, projetos e ações implementadas para o desenvolvimento das cadeias da sociobiodiversidade, considerando as demandas locais para o desenvolvimento sustentável do extrativismo, da agroecologia e do turismo da região.
Resultados Esperados	Manutenção dos programas, projetos e ações, dentro de um cenário de longo prazo.
Periodicidade da Medição	Bianual
Fonte	A ser definida na Fase de Assimilação da AAE.
Responsável Medição pela	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

DIRETRIZ 5.2

Compatibilizar a dinâmica minerária e a conservação de campos rupestres de MG com enfoque de planejamento da paisagem e ênfase na conservação de flora e de fauna ameaçadas de extinção.

Indicador	Grau de conhecimento da ocorrência de campos rupestres ferruginosos (CRF).
Objetivo do Indicador	Mapear áreas de campos rupestres ferruginosos dando base para a preservação de parcela representativa, destes ecossistemas em áreas de mineração de ferro.
Forma de Medição	Número de parcerias do governo estadual com instituições de pesquisa com projetos de identificação, mapeamento e pesquisa ecológica em campos rupestres ferruginosos (CRF). De forma complementar, pode-se utilizar: - Número de pesquisas em andamento. Dados resultantes da Ação de Gestão - AG 5.2.3 - Pesquisas Integradas/guarda-chuva em campos rupestres e em planejamento da paisagem, com implementação de projetos de mapeamento e pesquisa com ênfase em campos rupestres ferruginosos e curto, médio e longo prazo (com base no protocolo de amostragem). - Número de estudos e publicações de pesquisas em campos rupestres ferruginosos. Dados resultantes da Ação de Gestão - AG 5.2.3
	Somatório das parcerias institucionais para pesquisa em CRF
Resultados Esperados	Aumento gradativo e consistente da preservação dos <i>hotspots</i> identificados.
Periodicidade da Medição	Bianual
Fonte	Os dados serão gerados a partir da implementação das ações propostas para as diretrizes apresentadas no P7.1 Avaliação e Diretrizes e disponibilizados na IDE-SISEMA.
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

DIRETRIZ 5.3

Planejar banco de áreas potenciais de compensação de áreas de campos rupestres ferruginosos e outras formações vegetais nativas, considerando resultados das pesquisas, áreas prioritárias (APCBs), Corredores Ecológicos e zonas de amortecimento de UCs. Inserir dados de áreas de compensação efetivamente realizadas em Banco de Dados oficial (IDE-SISEMA)

Indicador	Grau de compensação em campos rupestres ferruginosos (CRF).
Objetivo do Indicador	Medir a representatividade de campos rupestres ferruginosos (CRF) compensados pela atividade minerária.
Forma de Medição	Número de áreas de compensação implantadas em CRF.
	$\text{Grau de compensação em CRF} = \frac{\text{Área de CRF compensada (ha)}}{\text{Área total de CRF disponíveis para compensação (ha)}}$
Resultados Esperados	Aumento gradativo e consistente das áreas compensadas em CRF.
Periodicidade da Medição	Bianual
Fonte	Os dados serão gerados a partir da implementação das ações propostas para as diretrizes apresentadas no P7.1 Avaliação e Diretrizes e disponibilizados na IDE-SISEMA.
Responsável Medição	pela Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

DIRETRIZ 5.4

Identificar informações necessárias a serem compartilhadas pelas mineradoras no MIRA – Sistema de Monitoramento Remoto Integrado das Águas de Minas Gerais.

Indicador	Disponibilização de informações de monitoramento hidrometeorológico no MIRA – Sistema de Monitoramento Remoto Integrado das Águas de Minas Gerais.
Objetivo do Indicador	Prover informações de monitoramento Hidrometeorológico das empresas em tempo hábil tornando-os acessíveis à sociedade.
Forma de Medição	Somatório do número de empresas de mineração que têm informações de monitoramento hidrometeorológico (chuvas, vazões, sedimentos, nível de águas subterrâneas, qualidade de águas superficiais e subterrâneas) disponibilizadas no MIRA por ano.
Resultados Esperados	Aumento gradativo e consistente de informações de monitoramento hidrometeorológico (chuvas, vazões, sedimentos, nível de águas subterrâneas, qualidade de águas superficiais e subterrâneas), das empresas de mineração, disponíveis de forma aberta para consulta pela sociedade no MIRA.
Periodicidade da Medição	Bianual
Fonte	Monitoramento de Recursos Hídricos: • IDE-SISEMA (aba Monitoramento Ambiental tem informações sobre quantidade e qualidade da água): https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis • SEIRH- InfoHidro: https://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/ • MIRA: https://ecossistemas.meioambiente.mg.gov.br/mira/home
Responsável Medição pela	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

DIRETRIZ 5.5

Implementar ações de conservação, preservação e revitalização de mananciais de produção de água no entorno das áreas dos empreendimentos minerários (nas áreas de propriedade das empresas e de terceiros, quando houver anuência do proprietário).

Indicador	Conservação, preservação e revitalização realizadas e avaliadas quanto aos seus resultados para os recursos hídricos e com informações disponibilizadas junto à IDE-SISEMA e ao SEIRH – Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos – Portal InfoHidro.
Objetivo do Indicador	Prover informações sobre a conservação, preservação e revitalização de mananciais nas áreas das empresas de mineração de ferro.
Forma de Medição	Número de mineradoras com informações de ações de conservação, preservação e revitalização realizadas, com avaliação anual de seus resultados para os recursos hídricos e com dados disponibilizados e acessíveis junto à IDE-SISEMA e ao SEIRH.
	Somatório do número de empresas de mineração com informações de ações de conservação, preservação e revitalização realizadas, avaliadas e publicadas por ano
Resultados Esperados	Aumento gradativo do número de ações de conservação, preservação e revitalização realizadas pelas empresas de mineração disponibilizadas na IDE-SISEMA e no SEIRH – Portal InfoHidro.
Periodicidade da Medição	Bianual
Fonte	- IDE-SISEMA (informações de unidades de conservação e áreas de preservação. Vale destacar que apesar das informações dos empreendedores ainda não constarem de forma específica de tal base de dados, poderão ser incorporadas no sistema): https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis - SEIRH- InfoHidro: https://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

DIRETRIZ 5.6

Desenvolver avanços tecnológicos e processos mais eficientes ou com menor consumo de água por produto e divulgar as informações de uso racional e reúso realizadas pelas empresas mineradoras.

Indicador	Usos da água avaliados e disponibilizados junto ao SEIRH – Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos – Portal InfoHidro, juntamente com suas ações de uso racional e reúso realizadas.
Objetivo do Indicador	Medir o grau de avanço tecnológico das empresas de mineração de ferro, mostrando os usos e ações para reúso da água.
Forma de Medição	Somatório do número de empresas de mineração de ferro com informações de índices de uso da água e ações de uso racional e reúso disponibilizadas no SEIRH – Portal InfoHidro.
Resultados Esperados	Aumento gradativo do número de empresas de mineração com informações de índice de uso da água e ações de uso racional e reúso disponibilizadas no SEIRH – Portal InfoHidro.
Periodicidade da Medição	Bianual
Fonte	- SEIRH- InfoHidro: https://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/ - Base de informações da DAURH – Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos: http://www.igam.mg.gov.br/-cobranca-pelo-uso-de-recursos-hidricos/declaracao-anual-de-uso-de-recursos-hidricos-daurh-mg - IDE-SISEMA (informações sobre outorgas de direito de uso da água emitidas): https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis
Responsável pela Medição	Nos primeiros dois anos de assimilação da AAE caberá estabelecer a coordenação pela implementação das diretrizes e as parcerias institucionais com os órgãos e entidades envolvidos na temática.

Elaboração: Tetra Mais, 2024.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABM WEEK. **Workshop: Economia circular na mineração: soluções baseadas em modelos de negócio.** Parceria IPT e ABM. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, 2022. Disponível em: <https://www.abmbrasil.com.br/por/evento/abm-week-6-edicao/workshop-3>. Acesso em 20 de agosto de 2023.

ABREU, B. P. **Mineração e desenvolvimento: uma análise da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM para a diversificação da economia em municípios mineradores de Minas Gerais.** 122p. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 2021.

AGÊNCIA MINAS GERAIS. **Plataforma de planejamento territorial do Estado chega a 3 anos com 865 mil acessos.** Disponível em: agenciaminas.mg.gov.br. Acesso em: 2023.

AGÊNCIA MINAS. **Minas Gerais começa o envio de lítio do Vale do Jequitinhonha para fora do Brasil** [online]. 2023. Disponível em <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/minas-gerais-comeca-o-envio-de-litio-do-vale-do-jequitinhonha-para-fora-do-brasil>. Acesso em 12 de março de 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:** 2013.

ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário Mineral Brasileiro Principais Substâncias Metálicas:** 2022. Brasília: Ministério de Minas e Energia (MME): Agência Nacional de Mineração (ANM), 2022. Ano Base 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>. Acesso em 02 de novembro de 2022.

ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Dados sobre Compensação Financeira pela Exploração Mineral - CFEM.** 2021. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/sistema-arrecadacao>. Acesso em 14 de junho de 2023.

ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Portal Gov.br. Brasília: ANM, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br>. Acesso em 25 de maio de 2022.

ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO: Sistema de Informação Geográfica da Mineração - SIGMINE. **Dados das poligonais dos processos minerários ativos.** Disponível em: <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>. Acesso em 27 de abril de 2023.

ANTF - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES. **O Setor Ferroviário de Carga Brasileiro.** 2022. Disponível em: <https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>. Acesso em 15 janeiro de 2023.

BANCO MUNDIAL, ICM. **Padrão Global da Indústria para a Gestão de Rejeitos**, Tópico IV: Gestão e Governança [online]. Disponível em: https://globaltailingsreview.org/wp-content/uploads/2020/08/global-tailings-standard_spreads_PT.pdf. Acesso em 10 de setembro de 2022.

BANCO MUNDIAL. **Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2017**: Governança e o Direito. Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/news/press-release/2017/01/30/improving-governance-is-key-to-ensuring-equitable-growth-in-developing-countries>. Acesso em 12 de agosto de 2023.

BASTOS, M. M. T. **Governança Desenho Institucional e Regulação no Setor Mineral Brasileiro**. Tese (Doutorado), IE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.

BEUREN, I. M.; GUBIANI, C. A.; SOARES, M. Estratégias de legitimidade de Suchman evidenciadas nos relatórios da administração de empresas públicas do setor elétrico. **Revista de Administração Pública**, [S.L.], v. 47, n. 4, p. 849-876, 2013.

BNDES - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Panoramas Setoriais 2030**: Mineração e Metalurgia. Departamento de Mineração e Metais (DEINB) da Área de Indústrias de Base (AIB). Rio de Janeiro: BNDES, 2020.

BNDES. **Panoramas Setoriais 2030 – Mineração e Metalurgia**. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/14255> . Acesso em 27 de maio de 2023.

BORGES, F. Q.; BORGES, F. Q. Royalties minerais e a promoção do desenvolvimento socioeconômico: Uma análise do projeto Carajás no município de Parauapebas no Pará. **IPEA. Planejamento e políticas públicas**, n. 36, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 10.531**, de 26 de outubro de 2020. Institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p. 3, 2020a.

BRASIL. **Lei nº 12.114**, de 9 de dezembro de 2009. Cria o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, altera os arts. 6º e 50 da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2009.

BRASIL. **Lei nº 12.187**, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2009.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA)**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma>.

BRASIL. **Referencial para avaliação de governança em políticas públicas**. Brasília: Tribunal de Contas da União, 2014. 91 p.

CARMO, F.F.; KAMINO, L.H.Y (Orgs.). **Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais**. Belo Horizonte: 3i Editora, 2015.

CERQUEIRA, J. S.; REZENDE, A. A.; SANTOS, C. E. R. **Os Efeitos dos Royalties da Mineração sobre a Promoção do Desenvolvimento Econômico dos Municípios Baianos: uma análise do período de 2009 a 2011 por meio da Abordagem DEA**. RACE: Revista de Administração, Contabilidade e Economia, v. 16, n. 2, p. 603-632, 2017.

CNCFLORA, 2022. Disponível em: [Centro Nacional de Conservação da Flora - CNCFlora \(jbrj.gov.br\)](http://cncflora.jbrj.gov.br). Acesso em 15 de maio de 2022.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS – CODEMIG. **Apresentação do Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável do Turismo em Minas Gerais no Período de 2016 a 2018**. Minas Gerais [s.d.]. Disponível em: http://www.codemig.com.br/wp-content/uploads/2016/12/plano_estrategico_turismo_mg.pdf. Acesso em 5 dezembro de 2022.

CPRM. **Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais**, 1:000.0000. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/6e7bbe84-a576-4179-9b4f-214ab4f9000c>. Acesso em 27 de julho de 2023.

CPRM. Mapas geológico e de recursos minerais do estado de Minas Gerais. 1:1.000.000. Publicação: 2014. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/20786>. Acesso em 10 de janeiro de 2023.

CRIA - CENTRO DE REFERÊNCIA EM INFORMAÇÃO AMBIENTAL. **speciesLink**. Disponível em: <https://www.splink.org.br>.

DELOITTE. **Tracking the trends 2023**: the indispensable role of mining and metals. S. L: Deloitte, 2023. 71 p.

EMPRESA MUNICIPAL DE TURISMO DE BELO HORIZONTE – BELOTUR; PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Versão final da Avaliação Ambiental Estratégica: Município de Belo Horizonte: 2018**. Belo Horizonte, 2018.

ENRIQUEZ, M. A. R. S. **Mineração: Maldição ou Dádiva?** Os dilemas do desenvolvimento Sustentável a partir de uma base mineira. São Paulo: Signus Editora, 2008.

FANK, O. L.; BEUREN, I. M. Evidenciação das estratégias de legitimidade da tipologia de Suchman (1995) nos relatórios da administração da Petrobras. **Revista de Contabilidade e Organizações**, [S.L.], v. 4, n. 10, 2010.

FAUSTINO, J. C. S. **Capacidade adaptativa: um estudo sobre as comunidades rurais localizadas em áreas suscetíveis à desertificação no semiárido da Paraíba**. 2016. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Biblioteca de Resíduos**. Disponível em: <http://www.feam.br/biblioteca/residuos>.

FITCH SOLUTIONS. **Global Macro and Industry Key Themes for 2022**. 2021. Disponível em: <https://www.fitchsolutions.com/sites/default/files/2021-12/Fitch-Solutions-Global-Macro-and-Industry-Key-Themes-For-2022.pdf>. Acesso em 05 agosto de 2023.

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS - Fundação Renova. Biodiversidade em Minas Gerais. Segunda Edição. Belo Horizonte: 2005. 17 p. Disponível em: <https://www.fundacaorenova.org/wp-content/uploads/2017/04/biodiversidade-em-minas-gerais.pdf>. Acesso em 05 dezembro de 2022.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: Vanzolini, P.E. & Heyer, W.R. (Eds.), Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, p.39-69.

GOMIDE, A. Á.; PEREIRA, A. K.; MACHADO, R. O conceito de capacidade estatal e a pesquisa científica. **Sociedade e Cultura**, Goiânia, v. 20, n. 1, p. 3-12, 2017.

GONÇALVES, T. S. A floresta estacional decidual no Brasil: distribuição geográfica e influência dos aspectos pedogeomorfológicos na vegetação. **Revista Monografias Ambientais**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 144–153, 2015. DOI: 10.5902/2236130815213.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Plano Estadual de Ação Climática – PLAC MG**. Minas Gerais, 2023.

GSIA - GLOBAL SUSTAINABLE INVESTMENT ALLIANCE. **GSIA**. Disponível em: <https://www.gsi-alliance.org/>.

HADDAD, P. R. **Três ensaios sobre a economia brasileira**. Belo Horizonte: E-Galáxia, 2022. 720 p.

HADDAD, P. R., *et al.* **Economia Regional – Teoria e Métodos de Análise – BNB – ETENE**, 1989.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas**. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. v4.6.28. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 25 de maio 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Contas Nacionais: Produto Interno Bruto do Municípios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://ibge.gov.br/>. Acesso em 15 junho 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal do IBGE. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/pt/inicio.html>. Acesso em 5 de outubro de 2022.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. **Guia de Boas Práticas de Gestão de Barragens e Estruturas de Disposição de Rejeitos** [online]. Ibram. 2019. Disponível em: <https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2019/07/manual-ibram-2019-07-14-r0f-1.pdf>. Acesso em 09 de setembro de 2022.

IBRAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Guia de Relacionamento Socioinstitucional para o Setor Minerário**. Brasília: Ibram. 2022

IBRAM e EY- Ernst & Young Global. **Riscos e Oportunidades de Negócios em Mineração e Metais no Brasil**. Disponível em: https://www.ey.com/pt_br/mining-metals/riscos-oportunidades-mineracao-meta-is-brasil-2023. Acesso em 24 de abril de 2021.

ICMBio, 2022. Informações referentes a setembro de 2022. Disponível em <https://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>

ICMM. **Community relations and development**. Disponível em: <https://www.icmm.com/pt/society-and-the-economy/mining-and-communities/community-relations-and-development>. Acesso em 20 de janeiro de 2023.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Avaliação da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2020**. Relatório Técnico. Belo Horizonte, 224 p. 2021. Disponível em: <http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3997>. Acesso em 14 de outubro de 2022.

IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais: Relatório Trimestral do 3º semestre de 2018. 2018. Disponível em: <http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/2390>. Acesso em 14 de outubro de 2022.

IGAM/CPRM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Projeto Águas do Norte de Minas – PANM: **Estudo da Disponibilidade Hídrica Subterrânea do Norte de Minas Gerais**. Relatório de Integração. Belo Horizonte. 2019. 226p.

IGAM/ECOPLAN-LUME - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce**. Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Santo Antônio – PARH Santo Antônio. 2010a. 99p.

IGAM/ECOPLAN-LUME - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e Planos de Ações para as**

Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce. Volume I, Relatório Final. 2010b. 472p.

IN THE MINE. **Evolução do Parque de Pelotização no Brasil.** Site. Disponível em: <https://www.inthemine.com.br/site/evolucao-do-parque-de-pelotizacao-no-brasil/>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **BDQueimadas - Programa Queimadas.** Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br>.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **A Siderurgia em Números:** 2022. Rio de Janeiro, 2022. 27 p.

INSTITUTO PRÍSTINO. **Listas Vermelhas: Instrumentos de Conservação e Planejamento Ambiental.** Disponível em: <https://www.institutopristino.org.br>.

IPHAN. **História** - Congonhas (MG) [online]. 2022. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1482/>. Acesso em 15 de fevereiro de 2023.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **MEGADIVERSIDADE**, v. 4, n. 1-2, 2008.

JAMES, H. L. Sedimentary facies of iron-formation. **Economic Geology**, v. 49, n. 3, p. 235-293. 1954.

KVAM, R. **Consulta significativa às partes interessadas.** S. L: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2017. 104 p.

LACERDA, A. C. (Editor). **Reindustrialização: Para o Desenvolvimento Brasileiro.** Editora Contracorrente. 2022.

LIMA, L. L. *et al.* Plano Plurianual como proxy para medir capacidades estatais: um estudo sobre o planejamento governamental nos municípios da região metropolitana de Porto Alegre. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 12, e20190147, 2020.

LU, M. **Pensando Economia Regional** - São Paulo, 2017.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; *et al.* Minerodutos e Implicações Socioambientais: panorama legal e reflexões para o cenário de Minas Gerais. **Rev. UFMG**, Belo Horizonte. v. 27, n. 3, p. 344-369, 2020.

MALIN, A. M. B. **Gestão da Informação Governamental: em direção a uma metodologia de avaliação.** Disponível em <https://brapci.inf.br/index.php/res/v/5957>. Acesso em 10 de maio de 2023.

MAPBIOMAS. **MapBiomass Brasil.** Disponível em: <https://mapbiomas.org>.

MARQUES. M. V. A., *et al.* Diagnóstico da Desertificação na Região Norte de Minas Gerais por Meio de Técnicas de Geoprocessamento. **Bol. geogr.**, Maringá, v. 35, n. 2, p. 99-116, 2017.

MEDEIROS, R. Planejamento Territorial. SEMIL: CEA/SIMA. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/planejamento-territorial/>. Acesso em 10 de fevereiro de 2023.

MINAS GERAIS. **Lei nº 23.304**, de 30 de maio de 2019. Estabelece a estrutura orgânica do Poder Executivo do Estado e dá outras providências. Minas Gerais Diário do Executivo, 2019.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). **IDE-SISEMA: Metadados**. Disponível em: <https://www.meioambiente.mg.gov.br>.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED). Brasília: Ministério da Economia, 2022. Disponível em: <https://bi.mte.gov.br/bgcaged/>. Acesso em 20 de junho de 2022.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. **Guía de Orientación para el Uso de la Evaluación Ambiental Estratégica en Chile**. 2015.

MOURA, V. M. **Relação solo-vegetação em gradientes na zona de tensão ecológica Norte de Minas Gerais e Centro Sul da Bahia p Brasil**. Viçosa, MG. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. 2012.

MUNK, N. **Inclusão dos serviços ecossistêmicos na Avaliação Ambiental Estratégica**. 164 p. 2015. Dissertação (Mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2015.

OGUNKULE, T. J., *et al.* **Biodiversidade**: recurso natural superexplorado, mas subutilizado para existência humana e desenvolvimento econômico. 2020. Disponível em: <https://mandalaciencia.com.br/tag/biodiversidade>. Acesso em 05 de janeiro de 2023.

OLIVEIRA, A. G., *et al.* IGovP: índice de avaliação da governança pública - instrumento de planejamento do Estado e de controle social pelo cidadão. **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, set/out 2015. Disponível em <https://www.scielo.br/j/rap/a/KxTVtv4BGSZCLpYDP4b4wRR/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em 23 de janeiro de 2023.

PACTO GLOBAL. **ESG**. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/pg/esg>

PARTIDÁRIO, M. R. **Guia de melhores práticas para Avaliação Ambiental Estratégica**: orientações metodológicas para um pensamento estratégico em AAE. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente, 2012. 76 p.

PORTAL DA MINERAÇÃO. **Desafios da ampliação das tecnologias na mineração brasileira**. Disponível em: portaldamineracao.com.br. Acesso em 17 de junho de 2022.

RAPINI, M. S.; SILVA, L. A.; SOUZA, S. G. A. Inovação em Minas Gerais. **Economia e Políticas Públicas**, [s. l], v. 6, n. 1, p. 75-98, 2018.

REVISTA RESERVA DA BIOSFERA DA SERRA DO ESPINHAÇO. Volume 01, Número 01. Setembro, 2017

RIBEIRO, L. P. **Depósitos de Ferro** [online]. UFMGSEG. Disponível em: <https://www.segufmg.com/post/dep%C3%B3sitos-de-ferro>. Acesso em setembro de 2024.

RODRIGUES, A. C.; MOREIRA, M. A.; COLARES, A. C. V. Avaliação da eficiência da aplicação dos royalties da mineração no desenvolvimento social dos municípios mineiros. **Revista Ambiente Contábil**, v. 8. n. 2, p. 173 – 189, 2016.

SÁNCHEZ, F.; HARTLIEB, P. Innovation in the mining industry: Technological trends and a case study of the challenges of disruptive innovation. **Mining, Metallurgy & Exploration**, v. 37, n. 5, p. 1385-1399, 2020.

SÁNCHEZ, L. E.; SILVA-SÁNCHEZ, S. S.; NERI, A. C. **Guia para o Planejamento do Fechamento de Mina**. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2013.

SANTOS, C. A. C. **Biodiversidade na Avaliação Ambiental Estratégica no Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Nove de Julho – UNINOVE, São Paulo, 2017.

SANTOS, M. F.; SERAFIM, H.; SANO, P. T. **Fisionomia e composição da vegetação florestal na Serra do Cipó**, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 25, p. 793-814, 2011.

SEDE - SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Diagnóstico do Setor Mineral de Minas Gerais**. 2. ed. Belo Horizonte: SEDE, 2022. 245 p. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmninnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://desenvolvimento.mg.gov.br/assets/projetos/1081/38eb30bbc2960d6b339fb38a60ff66cd.pdf](https://desenvolvimento.mg.gov.br/assets/projetos/1081/38eb30bbc2960d6b339fb38a60ff66cd.pdf). Acesso em 21 de setembro de 2022.

SEDE – SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Diagnóstico do Setor Mineral de Minas Gerais**. 2. ed. Belo Horizonte: SEDE, 2022. 245 p. Disponível em: <https://desenvolvimento.mg.gov.br/assets/projetos/1081/38eb30bbc2960d6b339fb38a60ff66cd.pdf>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

SEINFRA - SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE. **Plano Estratégico Ferroviário**: 2021. Belo Horizonte: 2021. 778 p.

SEINFRA - SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE. **Plano Estratégico Ferroviário**: 2021. Belo Horizonte: 2021. 778 p.

SPECIESLINK. Informações referentes a 2022. Disponível em <https://specieslink.net/search/>. Acesso em 26 de maio de 2022.

TEIXEIRA, S. A. M, et al. Economia invisível, sociobiodiversidade e conservação do cerrado: o panorama do pequi mineiro. **XII Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**. Universidade Federal de Uberlândia, MG, 2017.

TORRES, C. A. E. Planejamento do Transporte Rodoviário em Minas Gerais: Uma Análise de Equilíbrio Geral Computável Incorporando o Custo dos Acidentes para as Rodovias BR-381, BR-262, e BR-116. Disponível em:



https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/5175/1/ARTIGO_PlanejamentoTransporteRodovi%C3%A1rio.pdf. Acesso em 10 de maio de 2022.

VIANA, M. B. **Avaliando Minas: índice de sustentabilidade**. 2012. 1 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

WORLD BANK GROUP FLAGSHIP. **World Development Report 2017: governance and the law**. Washington: International Bank For Reconstruction And Development, 2017. 307 p. Acesso em 10 de maio de 2022.

WWF - WORLD WILDLIFE FUND. **Catálogo de Produtos da Sociobiodiversidade do Cerrado**. Disponível em: https://www.panda.org/catalogo_produtosdasociobiodiversidadecerrado_final.pdf. Acesso em 05 de junho de 2022.



Consultoria Econômica e Ambiental

 +55 (11) **2638-6664 / 3071-2721**

ESCRITÓRIO SÃO PAULO

 Rua Jerônimo da Veiga, 164, 16° andar
São Paulo, SP CEP 04536-900

SIGA A TETRA+



www.tetramais.com.br