

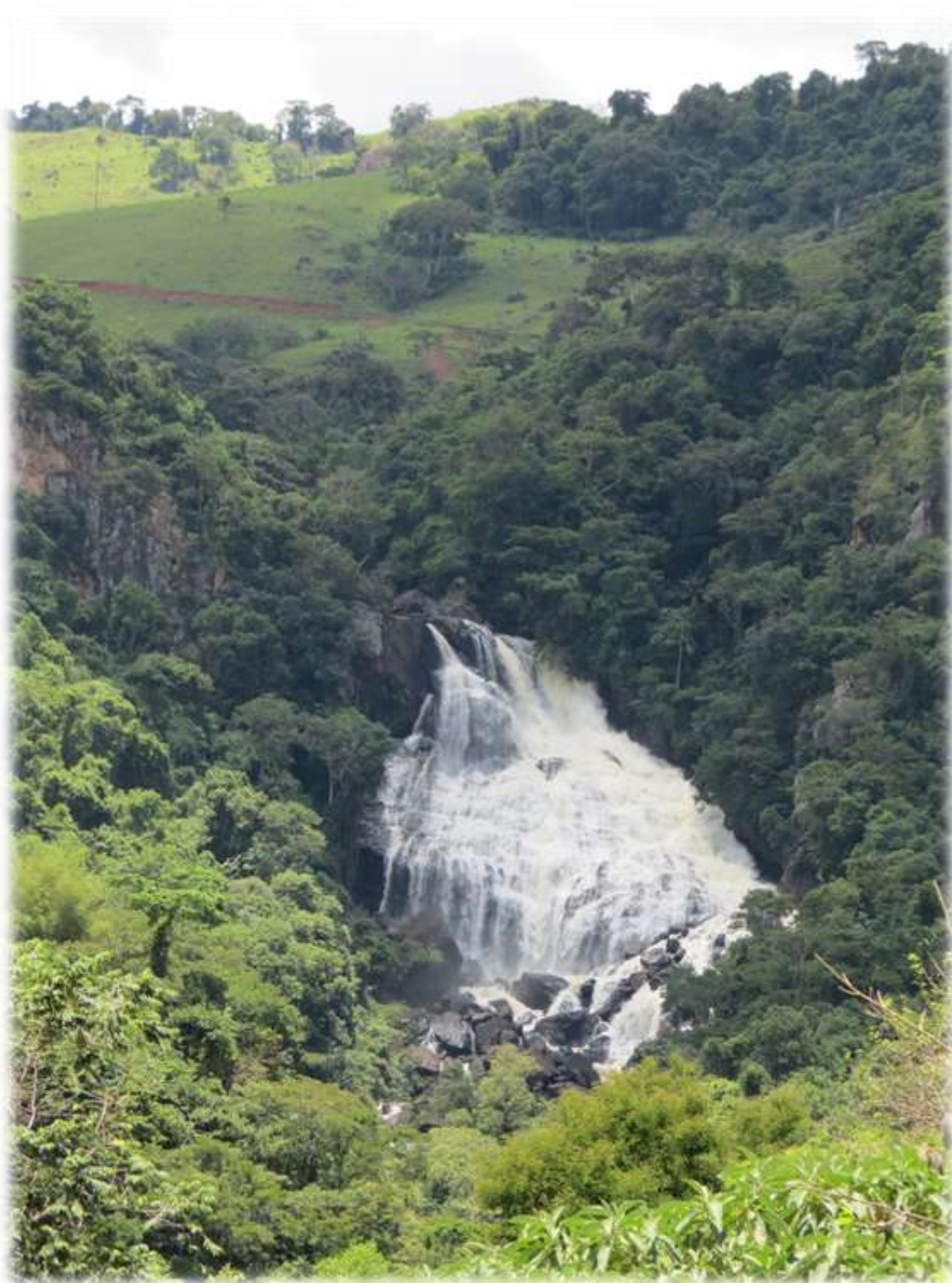


Foto: Luciana Aparecida Magalhães

Relatório de Biodiversidade 2014

Companhia Energética de Minas Gerais – Cemig

Sumário

1. Biodiversidade	8
2. Introdução	10
3. Políticas de Biodiversidade e Ambiental da Cemig	11
4. Principais impactos ambientais das usinas hidrelétricas nos ecossistemas aquático e terrestre	12
5. Programas de monitoramento, manejo e conservação.....	14
5.1. Ecossistemas aquáticos	14
5.1.1. Programa de monitoramento da qualidade da água	15
5.1.2. Programa Peixe Vivo	19
5.1.2.1. Programa de estocagem de peixes nativos.....	19
5.1.2.2. Apoio em operações em usinas	27
5.1.2.3. Monitoramento da ictiofauna.....	30
5.1.2.4. Sistemas de Transposição de Peixes	32
5.2. Ecossistemas Terrestres	34
5.2.1. Programas de conservação de flora e fauna.....	35
5.2.1.1. Premiar	35
5.2.1.2. Programa de reflorestamento ciliar	38
5.2.1.3. Programa de recuperação áreas degradadas	42
5.2.1.4. Programa de recuperação de nascentes.....	46
5.2.1.5. Programa de Unidades de Conservação	47
5.2.2. Programa de monitoramento da fauna	55
6. Educação ambiental	57
6.1. Projeto Pescadores do Saber	62
7. Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).....	65
7.1. Produção científica.....	105
7.2. P&Ds em números.....	106
8. Equipe responsável pela elaboração.....	109

Índice de Figuras

Figura 1. Ilustração da Página inicial de acesso ao Siságua.....	17
Figura 2. Mapa interativo de busca, indicando os reservatórios da Cemig	18
Figura 3. Dados de monitoramento que podem ser visualizados em arquivos PDF.....	18
Figura 4. Biomassa e Nº de indivíduos soltos pelo programa de estocagem da Cemig	21
Figura 5. Participação da comunidade nos peixamentos.....	22
Figura 6. Participação da comunidade nos peixamentos.....	22
Figura 7. Estação de Piscicultura de Volta Grande.....	23
Figura 8. Estação de Piscicultura de Itutinga.....	24
Figura 9. Estação de Piscicultura de Machado Mineiro	25
Figura 10. Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Três Marias.....	25
Figura 11. Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura do Gorutuba	26
Figura 12. Fazenda Experimental da Epamig	27
Figura 13. Número de manobras acompanhadas por mês (A), área sombreada corresponde ao período de maior risco na maioria das usinas, devido à piracema.....	28
Figura 14. Coleta de peixes	29
Figura 15. Trabalhos de campo	29
Figura 16. Foto extraída de Relatórios de Monitoramento de usinas do Grupo Cemig	30
Figura 17. Foto extraída de Relatórios de Monitoramento de usinas do Grupo Cemig	31
Figura 18. Foto extraída de Relatórios de Monitoramento de usinas do Grupo Cemig	31
Figura 19. Foto extraída de Relatórios de Monitoramento de usinas do Grupo Cemig	32
Figura 20. Sistema de transposição do tipo escada da Usina Hidrelétrica de Salto Moraes	33
Figura 21. Sistema de transposição do tipo escada da Usina Térmica de Igarapé	33
Figura 22. Plantio em via pública, com participação de morador.....	36
Figura 23. Substituição de rede para promover convivência com arborização de grande porte.....	36
Figura 24. Circuito de arborização em Montes Claros – 2013	37
Figura 25. Circuito de arborização em Teófilo Otoni – 2013	38
Figura 26. Plântulas recém-germinadas no Viveiro da EA Itutinga.....	38
Figura 27. Viveiro Florestal da EA Volta Grande	39
Figura 28. Beneficiamento de sementes de Paineira – <i>Ceiba speciosa</i>	40
Figura 29. Mata Ciliar no reservatório da UHE Volta Grande	41
Figura 30. Área de implantação de reflorestamento ciliar na UHE Rosal	42
Figura 31. Degradação Ambiental na área do Córrego Pedra Branca – UHE Emborcação	43
Figura 32. Operações de implantação do PRAD – UHE Emborcação	44
Figura 33. Atividades de manutenção no PRAD da UHE Irapé.....	45
Figura 34. Cartilha “Nascentes – O Verdadeiro Tesouro da Propriedade Rural”	46
Figura 35. Vista geral da Estação Ambiental da Fazenda Fartura	48
Figura 36. RPPN Galheiro	49
Figura 37. Vista geral da RPPN Jacob	50
Figura 38. Centro de Educação Ambiental – EA Igarapé.....	51
Figura 39. Viveiro de mudas da EA Itutinga	52
Figura 40. Estação Ambiental Itutinga	52
Figura 41. Estação Ambiental de Peti.....	53
Figura 42. Reprodução de peixes EA Machado Mineiro	54
Figura 43. Estação Ambiental de Volta Grande	55
Figura 44. Palestra sobre controle de cheias, em Três Marias	57
Figura 45. Apresentação na Sala de Controle da Usina – Três Marias.....	58
Figura 46. Material de divulgação utilizado em campanhas de educação ambiental	59

Figura 47. Tabuleiro do jogo “Saber Ecológico: O fitoplâncton e nossas águas”	60
Figura 48. Exemplo de cartas usadas no jogo	61
Figura 49. Alunos jogando “Saber Ecológico: O fitoplâncton e nossas águas”	61
Figura 50. Tabuleiro do jogo biodiversidade em um copo d’água	62
Figura 51. Representação de ecossistemas no jogo biodiversidade em um copo d’água: a) ecossistema equilibrado, b) ecossistema poluído	62
Figura 52. Alunos sendo atendidos pelo Projeto Pescadores do Saber	64
Figura 53. Alunos sendo atendidos pelo Projeto Pescadores do Saber	64
Figura 54. Projeto experimental de escada para peixes	66
Figura 55. Amostragem de alevinos em lagoas marginais	67
Figura 56. Usina de Gafanhoto	67
Figura 57. Separação dos exemplares para marcação	68
Figura 58. Testes com equipamentos para rastreamento dos peixes	68
Figura 59. Equipamentos para processamento das informações da telemetria	69
Figura 60. Instalação das antenas receptoras	69
Figura 61. Cromossomos de peixes marcados para visualização	70
Figura 62. Protótipo do canal de fuga	71
Figura 63. Estrutura do canal experimental	71
Figura 64. Estrutura experimental para realização de testes em laboratório	72
Figura 65. Estrutura experimental para realização de testes em laboratório	72
Figura 66. Armadilha usada para coleta de macroinvertebrados bentônicos	73
Figura 67. Peixes amostrados com redes de emalhar	73
Figura 68. Soltura dos peixes após captura e biometria	74
Figura 69. Monitoramento prévio utilizando tarrafas	74
Figura 70. Registro dos dados obtidos em campo	75
Figura 71. Marca utilizada nos peixes para rastreamento	75
Figura 72. Monitoramento dos peixes a jusante das barragens	75
Figura 73. Monitoramento dos peixes com tarrafas	76
Figura 74. Grades anti-cardume na UHE Três Marias	76
Figura 75. Inserção das grades anti-cardume na UHE Três Marias	77
Figura 76. Captura de matrizes nos tanques para reprodução	78
Figura 77. Coleta de ovócitos de fêmea para reprodução na estação de piscicultura	78
Figura 78. Captura das matrizes prontas para reprodução nos aquários	79
Figura 79. Resultado da amplificação do DNA dos peixes alvo	79
Figura 80. Marcação dos peixes	80
Figura 81. Soltura dos alevinos	80
Figura 82. Coleta de bancos de folhas para análise de macroinvertebrados bentônicos	81
Figura 83. Coleta dos peixes com rede de arrasto	82
Figura 84. Surubim do Jequitinhonha	82
Figura 85. Uso das redes de emalhar para amostragem dos peixes	83
Figura 86. Coleta de peixes do P&D 477	83
Figura 87. <i>Leporinus friderici</i>	84
Figura 88. Software desenvolvido no P&D 477 utilizando conceitos de lógica Fuzzy	84
Figura 89. Coleta no reservatório da PCH Cajuru	85
Figura 90. Coleta no rio das Velhas	85
Figura 91. Herborização de amostras das comunidades vegetais	86
Figura 92. Coleta de peixes - P&D 481	86
Figura 93. Coleta de peixes - P&D 481	87
Figura 94. Construção do barco pesquisa	87
Figura 95. Rio São Francisco na cidade de Pirapora	88
Figura 96. Macrófitas no reservatório da UHE Volta Grande	88
Figura 97. Reservatório da UHE Volta Grande	89

Figura 98. Aplicação do protocolo de avaliação de habitats físicos.....	89
Figura 99. Medição de variáveis físico-químicas.....	90
Figura 100. Pontos de coleta no reservatório da UHE São Simão	91
Figura 101. Densidade de cianobactérias nas estações de coleta da UHE São Simão.....	91
Figura 102. Floração de cianobactérias na UHE São Simão	92
Figura 103. <i>Microcystis protocystis</i>	93
Figura 104. <i>Microcystis ichthyoblabe</i>	93
Figura 105. <i>Microcystis novacekii</i>	94
Figura 106. <i>Microcystis aeruginosa</i>	94
Figura 107. Histopatologias hepáticas de <i>Leporinus friderici</i> coletados no reservatório UHE de Volta Grande (danos moderados a severos).....	95
Figura 108. Indivíduo adulto de <i>Limnoperna fortunei</i> – mexilhão dourado	96
Figura 109. Limpeza manual do trocador de calor com a presença de indivíduos de <i>L. fortunei</i>	97
Figura 110. Microscopia óptica e eletrônica de varredura de larvas detectadas nas amostras coletadas em usinas e reservatórios.....	97
Figura 111. Diagrama geral do CBEIH.....	98
Figura 112. Adulto de <i>L. fortunei</i> coletado no rio Paranaíba a jusante da UHE São Simão	98
Figura 113. Diagrama geral do programa de Detecção Rápida e Resposta Imediata.....	99
Figura 114. Visão de parte da mata ciliar da UHE Volta Grande.....	100
Figura 115. Monitoramento da ornitofauna – UHE Volta Grande	101
Figura 116. Monitoramento de flora – Bacia do Rio Grande	101
Figura 117. Monitoramento de flora – Bacia do Rio Grande	102
Figura 118. Aplicação dos traçadores para avaliação da descarga de fundo da PCH Paciência.....	103
Figura 119. Água corada com traçadores a jusante da PCH Paciência	103
Figura 120. Mapa exploratório dos usos da terra dos reservatórios de Volta Grande e Jaguara	104
Figura 121. Estações de coleta avaliadas no reservatório de Nova Ponte.....	105

Índice de Tabelas

Tabela 1. Parque gerador da Cemig	10
Tabela 2. Espécies produzidas entre 2011-2013.....	20
Tabela 3. Público presente nos peixamentos entre 2009 e 2013	21
Tabela 4. Escolas, número de turmas e de alunos atendidos durante os três anos do Projeto Pescadores do Saber E. E.= Escola Estadual; E. M.= Escola Municipal; * Escola localizada no município de Ribeirão Vermelho.....	63
Tabela 5. Total de produção científica levada a cabo nos projetos de P&D da Cemig/ANEEL	106
Tabela 6. Resumo dos P&Ds.....	108

Mensagem da Superintendência de Sustentabilidade Empresarial

Com uma matriz predominantemente renovável, é intrínseca a relação da Cemig com os recursos naturais. A área de atuação da Companhia está compreendida em dois *hotspots* terrestres (áreas altamente ameaçadas e de alta relevância biológica para todo o planeta): Cerrado e Mata Atlântica e no meio aquático onde somos responsáveis pela gestão de 2.148,5 km² de água doce nos nossos reservatórios.

Reconhecer, avaliar e gerir responsavelmente os impactos ambientais nas fases de projeto, implantação e operação de seus empreendimentos são processos que a Cemig aperfeiçoou ao longo de sua história. Sendo assim, há sinergia entre a pesquisa, a inovação e a prática de soluções que, alinhadas à sua competência, agregam valor à sociedade e aos biomas onde atuamos.

A Companhia atua em negócios distintos e para cada empreendimento são realizados estudos especializados que caracterizam, avaliam e estabelecem programas ambientais que visam a mitigação, a compensação e o controle dos impactos negativos e a potencialização dos positivos, conforme sua natureza.

Como consequência das nossas ações sustentáveis, temos muito orgulho de termos sido incluídos mais uma vez no Índice Dow Jones de Sustentabilidade (Dow Jones Sustainability World Index – DJSI World). São 15 anos consecutivos de participação, o que representa o reconhecimento mundial das nossas práticas de gestão sustentáveis nas suas dimensões econômica, social e ambiental. Esse reconhecimento à Cemig, como empresa sustentável, também se faz presente na nossa inclusão no Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) pelo 9º ano consecutivo, do qual fazemos parte desde sua criação em 2005.

Luiz Augusto Barcelos Almeida

Mensagem da Superintendência de Gestão Ambiental da Geração e Transmissão

A Cemig em seus 62 anos consolidou-se como empresa reconhecida nacional e internacionalmente tornando-se referência no setor de energia elétrica, em todas as suas áreas de atuação.

A marca Cemig é uma referência de qualidade para toda a sociedade. Também no âmbito do meio ambiente e sustentabilidade, a Cemig é uma empresa pioneira e com um robusto portfólio de realizações, que a tornam uma das líderes mundiais, o que se comprova com sua presença há 15 anos consecutivos no Índice Dow Jones de Sustentabilidade e há 9 anos consecutivos no Índice de Sustentabilidade Empresarial – ISE/BM&Ibovespa.

Antes mesmo da legislação ambiental ser implantada no Brasil, a Cemig já desenvolvia ações vinculadas à proteção do meio ambiente e da biodiversidade, como projetos de resgate de fauna quando do enchimento de reservatórios, e implantação voluntária de unidades de conservação como a de Peti, local onde as metodologias de estudos ambientais foram desenvolvidas em conjunto com professores de diversas instituições e constitui a base de geração de conhecimentos hoje adotados no licenciamento ambiental.

A Cemig é uma das maiores geradoras de conhecimento científico ambiental em sua área de atuação. Ao elaborar os estudos ambientais previstos no licenciamento, sempre em parceria com instituições de ensino e pesquisas e empresas especializadas, a Cemig estuda o ambiente em seus aspectos sociais, físicos e bióticos, disponibilizando a toda a sociedade valiosas informações sobre o mundo em que vivemos.

Ao implantar unidades de conservação, protegemos importantes ecossistemas e preservamos a biodiversidade local.

Ao desenvolver as mais diversas ações e programas ambientais, além de recuperar e conservar os ecossistemas, melhoramos as condições socioambientais locais e regionais.

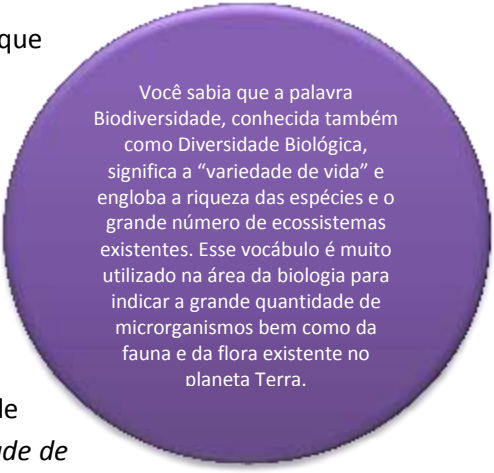
E, ao trabalhar estas questões em interação com todos os segmentos sociais interessados, praticamos cidadania.

Enio Marcus Brandão Fonseca

1. Biodiversidade

Biodiversidade ou diversidade biológica é um tema que teve seu enfoque ampliado a partir da Conferência Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD ou Rio-92), que reuniu milhares de pessoas representantes de governos e povos de centenas de nações. Nela foi firmada a CONVENÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA (CDB), marco básico mundial para tratar deste tema. É reconhecido que a conceituação de biodiversidade varia considerando diferentes setores, porém, de acordo com a CDB, tem sempre ênfase *na variabilidade de*

organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, e os complexos ecológicos de que fazem parte. Compreende ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas. Necessário salientar que, dependendo dos setores envolvidos na discussão, a biodiversidade é vista como um recurso, como uma propriedade da vida, ou como um fator fundamental para a própria sobrevivência humana.



Você sabia que a palavra Biodiversidade, conhecida também como Diversidade Biológica, significa a “variedade de vida” e engloba a riqueza das espécies e o grande número de ecossistemas existentes. Esse vocábulo é muito utilizado na área da biologia para indicar a grande quantidade de microrganismos bem como da fauna e da flora existente no planeta Terra.

A Convenção tem como objetivos a conservação e uso sustentável da diversidade biológica e a divisão justa e equitativa dos benefícios advindos de sua utilização. Entre os compromissos assumidos pelos signatários estão o desenvolvimento de estratégias, planos, programas e políticas setoriais e intersetoriais pertinentes, além da adoção de medidas econômica e socialmente racionais que incentivem a conservação e a utilização sustentável da diversidade biológica.

Campeão absoluto de biodiversidade terrestre, o Brasil reúne quase 12% de toda a vida natural do planeta. Concentra 55 mil espécies de plantas superiores (22% de todas as que existem no mundo), muitas delas endêmicas; 524 espécies de mamíferos; mais de 3 mil espécies de peixes de água doce; entre 10 e 15 milhões de insetos (a grande maioria ainda por ser descrita); e mais de 70 espécies de psitacídeos: araras, papagaios e periquitos (www.conservation.org.br). O Brasil e outros países tropicais abrigam áreas consideradas *hotspots* da biodiversidade do planeta (Myers *et al.*, 2000). Apenas 17 países concentram cerca de 70% da biodiversidade do planeta, e entre eles o Brasil e a Indonésia são os dois maiores países megadiversos do mundo (www.megadiversidade.com.br/Brasil.htm). A Cemig atua em dois dos principais *hotspots*: a Mata Atlântica e o Cerrado, e em 2.148,5 km² de água doce.

O Ministério do Meio Ambiente - MMA, após ampla consulta à sociedade, elaborou marco legal para a gestão da biodiversidade no Brasil: a Política Nacional da Biodiversidade - PNB, processo que culminou na publicação do Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002.

Os principais objetivos da PNB são: promover a integração de políticas nacionais do governo e da sociedade; estimular a cooperação interinstitucional e internacional para a melhoria da

implementação das ações de gestão da biodiversidade; conhecer, conservar e valorizar a diversidade biológica brasileira; proteger áreas naturais relevantes; promover o uso sustentável da biodiversidade; respeitar, preservar e incentivar o uso do conhecimento, das inovações e das práticas das comunidades tradicionais.

Para que estes objetivos sejam, de fato, implementados e no intuito de suprir lacunas na gestão da biodiversidade no país, o MMA coordenou entre 2004 e 2005 a formulação do PAN-Bio - Diretrizes e Prioridades do Plano de Ação para a implementação da PNB, em conjunto com os setores gestores da biodiversidade do país. A PAN-Bio tem sua aplicação baseada em 7 componentes básicos, que levam em conta os distintos modos de enfocar a situação da biodiversidade brasileira:

- 1 – Conhecimento da biodiversidade;
- 2 – Conservação da biodiversidade;
- 3 – Utilização sustentável dos componentes da biodiversidade;
- 4 – Monitoramento, avaliação, prevenção e mitigação de impactos sobre a biodiversidade;
- 5 – Acesso aos recursos genéticos, conhecimentos tradicionais associados, repartição de benefícios;
- 6 – Educação, sensibilização pública, informação e divulgação sobre a biodiversidade;
- 7 – Fortalecimento jurídico e institucional para a gestão da biodiversidade.

2. Introdução

A Cemig é um dos mais sólidos e importantes grupos do segmento de energia elétrica do Brasil, sendo responsável pela operação de 70 usinas próprias e consórcios. Companhia de capital aberto controlada pelo governo do estado de Minas Gerais, a Cemig possui 115 mil acionistas em 44 países. O grupo Cemig possui mais de 200 sociedades e 17 consórcios. Suas ações são negociadas nas Bolsas de Valores de São Paulo, Nova York e Madrid. Hoje a Empresa é uma referência na economia global, reconhecida pela sua atuação sustentável. Há 15 anos consecutivos, faz parte do *Dow Jones Sustainability World Index (DJSI World)* e há 09 no Índice de Sustentabilidade Empresarial.

CEMIG – PORTFÓLIO DE GERAÇÃO EM MW						
Estágio	UHE	PCH	Eólica	Solar	UTE	Total
Em operação	6.721	194	70	1	184	7.170
Em construção/Contratadas	1.126	29	105	1	-	1.261
Em desenvolvimento	7.068	191	1.271	36	1.500	10.066
Total	14.915	414	1.446	38	1.684	18.497

Tabela 1. Parque gerador da Cemig

Para criar estratégias mais eficientes e subsidiar os programas de conservação ambiental, a Cemig estabelece parcerias com centros de pesquisa. O objetivo é obter conhecimento científico sobre biologia, ecologia, fisiologia e comportamento das espécies nativas de peixes, qualidade da água e controle de espécies invasoras, e quanto à preservação e recomposição da vegetação ciliar. Para que isso aconteça, a Cemig estimula a constante troca de experiências entre suas equipes técnicas e as universidades, e concede apoio logístico e recursos para a realização de pesquisas.

Alguns dos projetos são desenvolvidos junto ao Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e outros, com recursos próprios da Empresa. O Programa de P&D foi regulamentado para incentivar a busca por inovações e fazer frente aos desafios tecnológicos do setor elétrico.

Curiosidade: o Brasil abriga também uma rica sociobiodiversidade, representada por mais de 200 povos indígenas e por diversas comunidades – como quilombolas, caiçaras e seringueiros, para citar alguns – que reúnem um inestimável acervo de conhecimentos tradicionais sobre a conservação da biodiversidade.

3. Políticas de Biodiversidade e Ambiental da Cemig

A Cemig publicou em 2010 a sua Política de Biodiversidade com a finalidade de formalizar os princípios que já orientavam as ações da empresa em relação à conservação da biodiversidade. Para a sua elaboração, a empresa optou por um processo participativo junto aos seus *stakeholders* com o objetivo de envolvê-los na formulação da sua estratégia de atuação, realizando várias oficinas, de forma a consolidá-la.

A Política está baseada na Convenção sobre Diversidade Biológica das Organizações das Nações Unidas – ONU e contempla temas como a proteção de áreas vulneráveis, espécies ameaçadas de extinção e o engajamento de *stakeholders* na elaboração e implementação de programas voltados à conservação da biodiversidade.

O comprometimento e a forma de agir da Cemig com a conservação da biodiversidade estão estruturados de forma a permitir à empresa identificar, controlar e mitigar os impactos de seus empreendimentos atuais e futuros, seguindo a ordem: Política, Planejamento, Programa, Projetos, Gestão e Acompanhamento.

Esse comprometimento consta também da sua Política Ambiental que tem como fundamento básico a utilização racional dos recursos naturais. Dessa forma, por meio das Políticas Ambiental e de Biodiversidade, a empresa orienta a gestão ambiental em todas as suas unidades operacionais, a fim de que na análise dos seus impactos ambientais, sejam implementadas as ações para a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade.

O Relatório de Biodiversidade representa a materialização do compromisso da Cemig de ser transparente perante seus diversos públicos, publicando as principais ações da empresa em relação à conservação da biodiversidade.



Você sabia que: A maior responsabilidade sobre a preservação da diversidade biológica recai sobre os dezessete países megadiversos, que em conjunto abrigam aproximadamente 70% das espécies de seres vivos do planeta. São representados pelos seguintes países: África do Sul, Austrália, Brasil, China, Colômbia, Equador, Estados Unidos, Filipinas, Índia, Indonésia, Madagascar, Malásia, México, Papua-Nova Guiné, Peru, República Democrática do Congo e Venezuela.

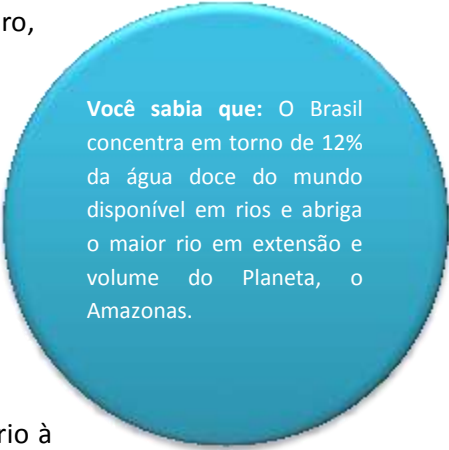
4. Principais impactos ambientais das usinas hidrelétricas nos ecossistemas aquático e terrestre

Conforme dito anteriormente, a hidroeletricidade representa 96,6% da capacidade instalada da Cemig. Porém, a água é um recurso extremamente sensível às variações climáticas, vulnerável às consequências da exploração de outros recursos naturais, bastante impactada pelas ações antrópicas e está sujeita ao ambiente regulatório o que faz com que a gestão e a conservação deste recurso sejam de alta relevância para a Companhia.

O setor elétrico brasileiro tem se deparado com várias questões ambientais que afetam os ecossistemas aquáticos durante o planejamento, a implantação e a operação de empreendimentos hidrelétricos. Podemos destacar que os principais impactos sobre a fauna aquática, estão relacionados à perda e degradação de habitats, superexploração das espécies, poluição, introdução de organismos exóticos. A transformação do ambiente lótico em lântico, redução da concentração de nutrientes, aumento ou diminuição da transparência da água, afetam a estrutura da comunidade de peixes com substituição gradual das espécies comumente encontradas por peixes mais adaptados ao ambiente lacustre formado. A barragem também afeta as espécies consideradas migradoras, pois constitui uma barreira à subida do rio em busca de tributários e lagoas marginais. Estes ambientes funcionam como berçário para os ovos e larvas de peixes, permitindo o crescimento e desenvolvimento dos jovens. Além disso, quando a densidade de peixes no canal de fuga está elevada, manobras realizadas nas usinas (parada / partida de máquina, por exemplo) podem oferecer riscos de morte de peixes. A jusante do barramento observa-se supersaturação gasosa, pela incorporação de gases atmosféricos devido à ação do vertedouro e turbinas, alterações do fluxo de água, impacto em algumas espécies de peixes em decorrência do funcionamento de turbinas e vertedouro, interceptação de rotas migratórias de peixes, aumento nos níveis de predação próximo à barragem devido à alta densidade de peixes que se acumulam nessa área e controle do regime de cheias.

Outro aspecto importante da implantação e operação de usinas hidrelétricas é a necessidade de conversão de grandes áreas em reservatórios, com a função de desviar as águas do rio para as estruturas de adução das máquinas, bem como garantir o ganho de queda necessário à produção de energia.

Neste processo, é obrigatória a supressão de vastas áreas de vegetação, sejam nativas ou cultivadas, pois, caso contrário, a inundação desta vegetação e futura decomposição deste



Você sabia que: O Brasil concentra em torno de 12% da água doce do mundo disponível em rios e abriga o maior rio em extensão e volume do Planeta, o Amazonas.

grande volume de material orgânico pode eutrofizar e comprometer a qualidade das águas, ocasionando a morte da fauna aquática, além da inviabilização de seu uso para abastecimento, irrigação e balneabilidade.

A supressão da vegetação causa a redução da variabilidade genética das espécies florestais e o aumento do efeito de borda nos maciços do entorno. Para a fauna terrestre ocorre a redução dos habitats, o seu afugentamento e/ou relocação para áreas do entorno, aumentando a pressão sobre os recursos, levando à escassez de alimentos e ao aumento da predação, reduzindo, desta forma, as populações deslocadas.

Ciente dos impactos causados por suas atividades, a Cemig criou Programas de Monitoramento, Manejo e Conservação de espécies, sejam elas aquáticas ou terrestres, em consonância com as diretrizes da Política de Biodiversidade da empresa, para criar estratégias mais eficientes na sua conservação.

5. Programas de monitoramento, manejo e conservação

5.1. Ecossistemas aquáticos

Fundamental para a manutenção da biodiversidade, de todos os ciclos naturais e a preservação da própria vida, a água vem se tornando cada vez mais um recurso estratégico para a humanidade. A biota aquática apresenta grande diversidade genética e desempenha funções de suma importância, atuando como elos de transferência de energia nas cadeias alimentares, nos ciclos biogeoquímicos, nos processos de fragmentação e decomposição da matéria orgânica e contribuem para indicar alterações na estrutura e dinâmica no metabolismo dos sistemas hídricos.

Além de participar dos processos básicos, alguns grupos (algas, macrófitas, rotíferos, macroinvertebrados) são sensíveis a alterações ambientais e tem sido propostos e utilizados como bioindicadores. Outros grupos incluem ainda espécies vetores de doenças de veiculação hídrica e espécies invasoras como o mitilídeo, mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) e várias espécies de macrófitas, causadoras de expressivo impacto ecológico e econômico.

Os peixes também possuem relevância no ambiente aquático, visto que indicam alterações estruturais e da composição biológica do ambiente. Consumidores de diversas fontes alimentares como zooplâncton, fitoplâncton, zoobentos e mesmo macrófitas, a sobrevivência dos peixes depende da manutenção da integridade dos ambientes aquáticos. Além disso, muitas espécies de peixes são altamente sensíveis a alterações nos parâmetros físico-químicos da água, desaparecendo de alguns rios poluídos ou contaminados.

As interações entre os grupos de organismos aquáticos e condições limnológicas dos cursos d'água reforçam a importância dos programas ambientais executados pela Cemig na preservação do meio ambiente. A gestão contínua dos programas de monitoramento é considerada ferramenta essencial na identificação e levantamento de informações para avaliação e controle dos impactos ambientais em todas as fases de seus empreendimentos – desde a concepção do projeto até sua operação.

Desta forma, a Cemig com seus programas de monitoramento, conservação, manejo e projetos de pesquisa vem contribuindo para:

- Inventariar a biodiversidade em torno de seus empreendimentos;
- Minimizar os impactos ambientais que refletem efeitos negativos na diversidade biológica;

- Garantir que espécies de fauna afetadas pela atividade da empresa, e que se encontram em risco de extinção nacional ou global, tenham medidas de minimização e/ou compensação;
- Apoiar na interpretação de dados recolhidos e notificar junto aos órgãos ambientais riscos de dano iminente ou grave à diversidade biológica;
- Estabelecer por meio dos projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnologias e metodologias pertinentes de forma a minimizar a perda da diversidade biológica;
- Restabelecer as populações de organismos aquáticos relevantes ecologicamente e afetados de forma negativa com os empreendimentos, por meio de repovoamentos;
- Manter o funcionamento de sistemas eficientes que garantam as trocas genéticas de indivíduos por meio da comunicação entre as populações a jusante e montante;
- Recomendar o depósito de recursos biológicos de habitats naturais com a finalidade de conservação *ex situ* de maneira a não ameaçar ecossistemas e populações *in situ* de espécies;
- Disponibilizar um Sistema de Informação de Qualidade da Água dos Reservatórios da Cemig (Siságua) que permite reunir, operacionalizar e disponibilizar, informações recolhidas durante os monitoramentos.

Os programas desenvolvidos na Cemig promovem amplo acesso aos dados e informações sobre a biota aquática de forma livre e aberta, estimulando a consolidação de uma rede de informação integrada sobre a biodiversidade brasileira.

Além disso, permitem a adoção de importantes medidas de restauração das comunidades e conservação dos recursos aquáticos, frente às respostas obtidas na execução dos programas. Os investimentos realizados pela empresa têm trazido importantes resultados na prevenção e mitigação dos riscos ambientais, principalmente em função da avaliação criteriosa e da atuação intensiva nos diferentes aspectos ambientais.

5.1.1. Programa de monitoramento da qualidade da água

Atualmente, a Cemig monitora a qualidade das águas dos reservatórios de suas usinas hidrelétricas com uma rede de amostragem constituída por mais de 200 pontos. Este monitoramento integra aspectos físicos e químicos, que disponibiliza informações momentâneas do sistema, e biológicos que refletem a integridade ecológica dos ecossistemas e respondem a uma série de distúrbios, sintetizando a história dos impactos ambientais.

A abordagem integrada entre essas vertentes metodológicas tem possibilitado diagnosticar e mensurar além das modificações físico-químicas das águas, alterações que se processam na composição e estrutura das comunidades aquáticas, nas escalas temporal e espacial advindas das transformações do ambiente.

O monitoramento em rotina promove, em paralelo, avanços no inventário da flora e da fauna aquática contribuindo para ampliar o conhecimento da ocorrência e distribuição de espécies das comunidades fitoplanctônicas, zooplanctônicas e de macroinvertebrados bentônicos.

O gerenciamento diferenciado na publicidade dos dados do monitoramento, a geração de informações rápidas, precisas e principalmente úteis é assegurada pelo banco de dados Siságua. Este sistema de informação tornou a série histórica dinâmica, permitindo aquisição, armazenamento, manipulação, integração e exposição dos resultados de qualidade das águas, em particular os físico-químicos, que são disponibilizados na internet.

O Siságua configura-se em uma proposta de relevante importância socioambiental e estratégica, uma vez que possibilita que todos os usuários das bacias hidrográficas onde a Cemig possui usinas possam acompanhar com agilidade os trabalhos com atualizações regulares, e ainda acessar a série histórica de monitoramento. Além disso, permite que pesquisadores e órgãos ambientais tenham acesso facilitado aos dados gerados no monitoramento da qualidade da água da Cemig, viabilizando possíveis parcerias para preservar os corpos d'água e conservar os recursos pesqueiros em consonância com as demandas crescentes de água pela população.

Para conhecer e pesquisar no Siságua basta acessar: www.cemig.com.br > Cemig e o Futuro > Sustentabilidade > Recursos Hídricos > Qualidade da água nos reservatórios da Cemig > Siságua ou simplesmente digitar www.cemig.com.br/sag.

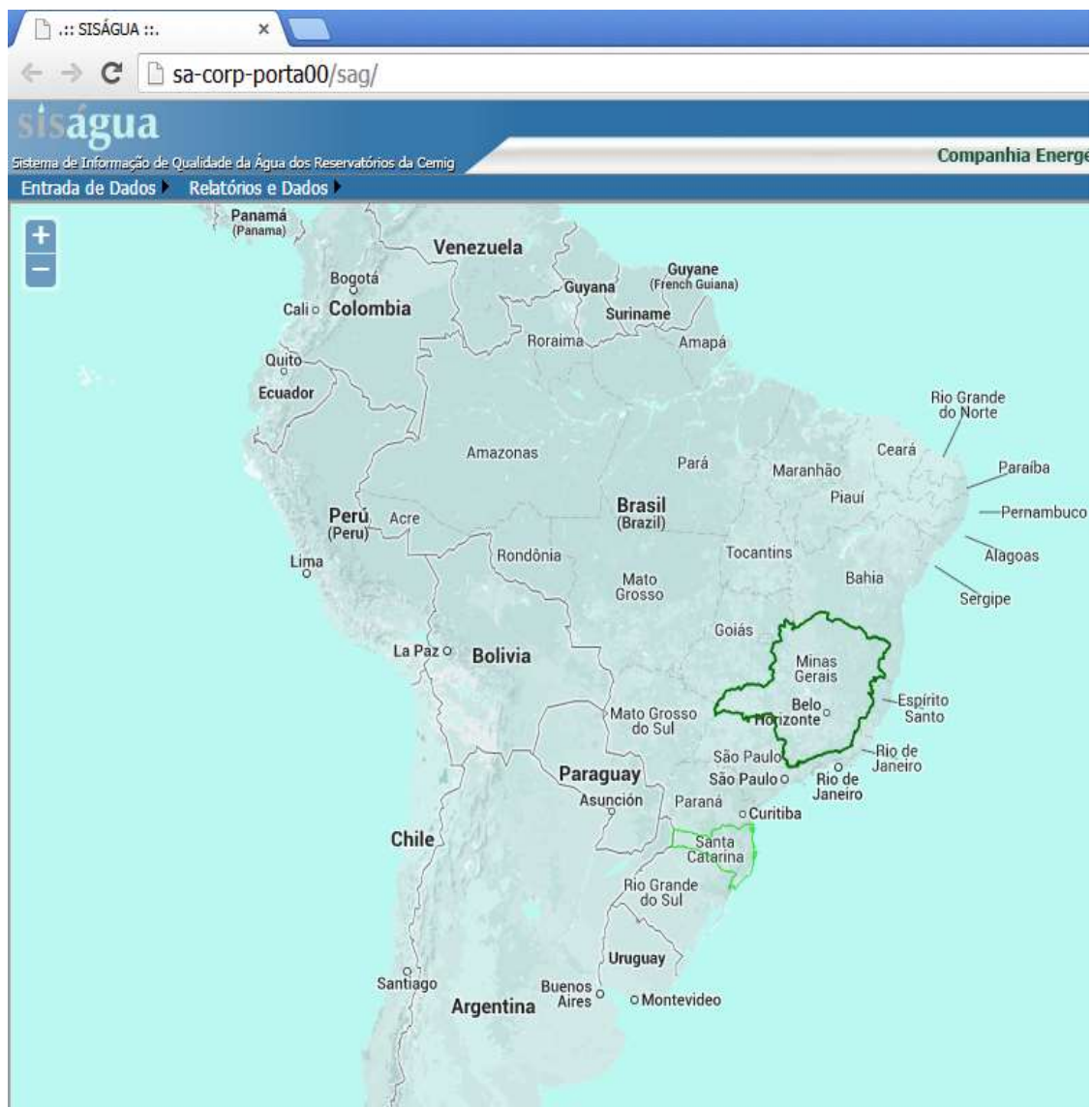


Figura 1. Ilustração da Página inicial de acesso ao Siságua

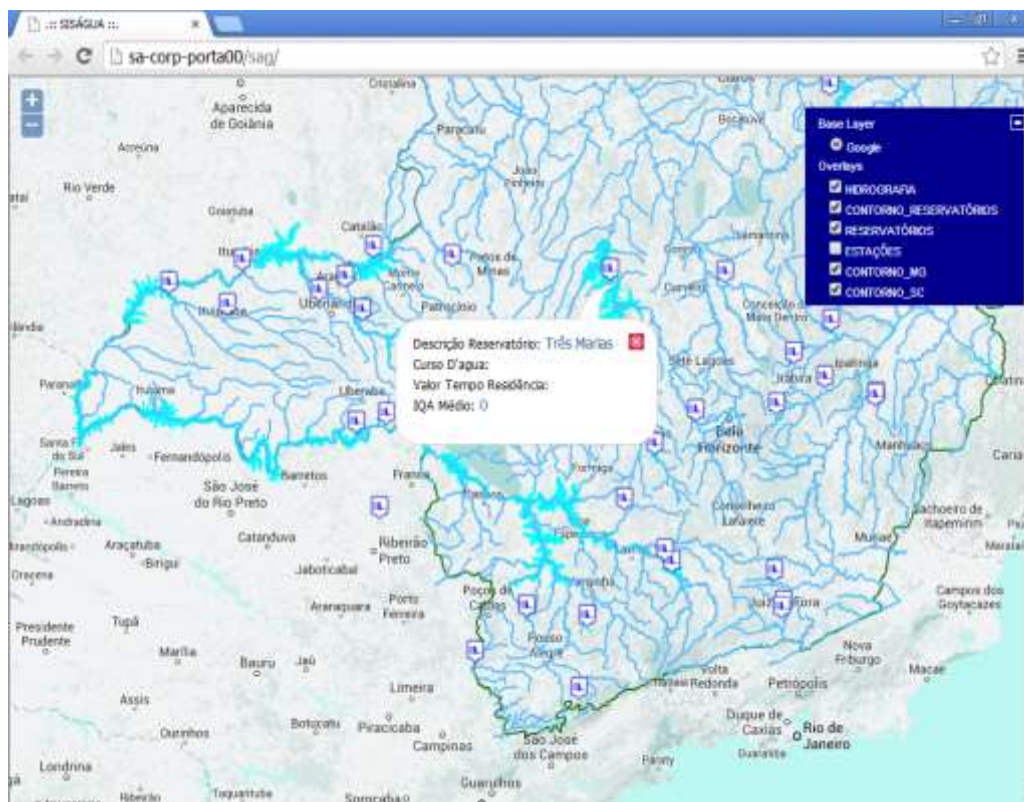


Figura 2. Mapa interativo de busca, indicando os reservatórios da Cemig

Entrada de Dados > Coletas

Filtros: Nenhum

Cod. Est.	Amost.	Estação	Situação	Município	Curso D'água	Reservatório	Data	Tipo	Profund. (m)	DL	PT
SG003-S	S	Reservatório- superfície	Ativada	Brasília	Rio Guanabara	Salto Grande	17/12/2013 13:28	Rodina 0,2			
SG002	S	à montante do reservatório de Salto Grande	Ativada	Brasília	Rio Guanabara	Salto Grande	18/12/2013 11:38	Rodina 0,2			
SG001	S	Rio Santo Antônio, a montante do reservatório	Ativada	Brasília	Rio Santo Antônio	Salto Grande	18/12/2013 10:54	Rodina 0,2			
PT004	S	Rio Santa Bárbara, a jusante da casa de força (vazio rebitada)	Ativada	São Gonçalo do Rio Preto	Rio Santa Bárbara	Peto	26/11/2013 13:07	Rodina 0,2			
PT003	S	Rio Santa Bárbara, a montante da casa de força (TVR)	Ativada	Santa Bárbara	Rio Santa Bárbara	Peto	26/11/2013 13:53	Rodina 0,2			
PT002 F	F	Reservatório, no rio Santa Bárbara	Ativada	São Gonçalo do Rio Preto	Rio Santa Bárbara	Peto	26/11/2013 11:38	Rodina 18			
PT002 1/2 F	1/2 F	Reservatório, no rio Santa Bárbara	Ativada	São Gonçalo do Rio Preto	Rio Santa Bárbara	Peto	26/11/2013 13:26	Rodina 6			
PT002	S	Reservatório, no rio Santa Bárbara	Ativada	São Gonçalo do Rio Preto	Rio Santa Bárbara	Peto	26/11/2013 11:10	Rodina 0,2			
PT001	S	Rio Santa Bárbara, a montante do reservatório	Ativada	Santa Bárbara	Rio Santa Bárbara	Peto	26/11/2013 08:30	Rodina 0,2			
NP101	F	Jusante da UHE Nova Ponte - na rampa que desce barcos - passando atrás da subestação	Ativada	Nova Ponte	Rio Quebra Anzol	Nova Ponte	02/06/2013 11:40	Rodina			
NP200 F	F	Reservatório, no braço do rio Quebra Anzol à jusante do braço do rio Capivara	Ativada	Sacramento	Rio Quebra Anzol	Nova Ponte	25/07/2013 10:45	Rodina 23			
NP170 F	F	Reservatório, na ponte velha do rio Quebra Anzol, a jusante do braço do rio Capivara	Ativada	Sacramento	Rio Quebra Anzol	Nova Ponte	25/07/2013 08:35	Rodina 95			
NP140 F	F	Ponto no corpo principal do reservatório, entre o barramento e o braço do rio Quebra Anzol	Ativada	Sacramento	Rio Anaguá	Nova Ponte	02/06/2013 10:15	Rodina 4,8			
NP200	S	Reservatório, no braço do rio Quebra Anzol à jusante do braço do rio Capivara	Ativada	Nova Ponte	Rio Quebra Anzol	Nova Ponte	25/07/2013 10:35	Rodina 0,2			
NP170	S	Reservatório, na ponte velha do rio Quebra Anzol, a jusante do braço do rio Capivara	Ativada	Nova Ponte	Rio Quebra Anzol	Nova Ponte	25/07/2013 08:25	Rodina 0,2			
NP140	S	Reservatório da UHE Nova Ponte no corpo principal entre o barramento e o braço do rio Quebra Anzol, próximo as obras de segurança	Ativada	Nova Ponte	Rio Quebra Anzol	Nova Ponte	02/06/2013 09:50	Rodina 0,2			
NP025	F	Rio Capivara na estrada rebitada que conduz a Perdizes	Ativada	Perdizes	Rio Capivara	Nova Ponte	26/07/2013 13:30	Rodina			
NP021	F	Rio Quebra Anzol na ponte da BR-146	Ativada	Nova Ponte	Rio Quebra Anzol	Nova Ponte	25/07/2013 00:30	Rodina			

Figura 3. Dados de monitoramento que podem ser visualizados em arquivos PDF

5.1.2. Programa Peixe Vivo

O Programa Peixe Vivo foi lançado em junho de 2007 pela Cemig e tem atuado na expansão e criação de medidas mais efetivas para a conservação da ictiofauna nas bacias hidrográficas onde estejam instaladas usinas da empresa, favorecendo as comunidades que utilizam os recursos hídricos como fator de desenvolvimento. Com a ajuda dos diversos segmentos da comunidade, que auxiliaram no planejamento de alternativas preventivas incorporadas às diretrizes da Política Ambiental da Cemig, o Peixe Vivo atua em três frentes: os programas de conservação da ictiofauna e bacias hidrográficas, a produção de conhecimento científico para subsidiar esses programas e a promoção do envolvimento da comunidade nas atividades previstas.

Além de promover o crescimento das pesquisas científicas e do conhecimento sobre a ictiofauna brasileira, o Programa Peixe Vivo valoriza a diversidade biológica e busca a conservação dos ambientes naturais, objetivos importantes previstos na Política Nacional de Biodiversidade. A adoção de critérios científicos para tomada de decisão, o estabelecimento de parcerias com outras instituições e a modificação de práticas adotadas com as informações geradas são os princípios que norteiam o trabalho desenvolvido pela equipe do Peixe Vivo. Além disso, é de grande importância a divulgação das informações geradas para a sociedade, garantindo a transparência do programa e criando oportunidades para que a comunidade exponha seus anseios e sugestões. A seguir são apresentados os programas ambientais executados e/ou apoiados pela equipe do Programa Peixe Vivo.

5.1.2.1. Programa de estocagem de peixes nativos

O Programa de Estocagem da Cemig inclui as atividades de peixamento realizadas por suas três Estações de Piscicultura próprias, Volta Grande, Itutinga e Machado Mineiro, e nos anos de 2012 a 2013 com três Estações parceiras, Estações de Gorutuba e Três Marias (parceria com a CODEVASF) e Estação da Epamig, de Leopoldina.

Durante as safras 2011-12 e 2012-13 (safra corresponde ao período de novembro de um ano a outubro do ano seguinte), o programa de estocagem da Cemig produziu as seguintes espécies:

Estação de Piscicultura	Espécies
Estação de Piscicultura de Volta Grande	Curimba (<i>Prochilodus lineatus</i>) Piracanjuba (<i>Brycon orbignyanus</i>) Piapara (<i>Leporinus elongatus</i>)
Estação de Piscicultura de Itutinga	Curimba (<i>Prochilodus lineatus</i>) Dourado (<i>Salminus brasiliensis</i>) Piapara (<i>Leporinus elongatus</i>) Piracanjuba (<i>Brycon orbignyanus</i>)
Estação de Piscicultura de Machado Mineiro	Curimba (<i>Prochilodus hartii</i>) Piabanha (<i>Brycon</i> sp.) Piapara (<i>Leporinus</i> sp.) Piau (<i>Leporinus</i> sp.)
Estação de Piscicultura da Epamig de Leopoldina	Curimba (<i>Prochilodus vimboides</i>)
Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Três Marias e Gorutuba	Curimba verdadeira (<i>Prochilodus argenteus</i>) Matrinxã (<i>Brycon orthotaenia</i>)

Tabela 2. Espécies produzidas entre 2011-2013

Ao todo, foram soltos 35.683,91 kg e 2.249.633 alevinos de peixes (figura 5) em 205 peixamentos que atenderam a 62 municípios com uma participação de cerca de 6.000 pessoas.

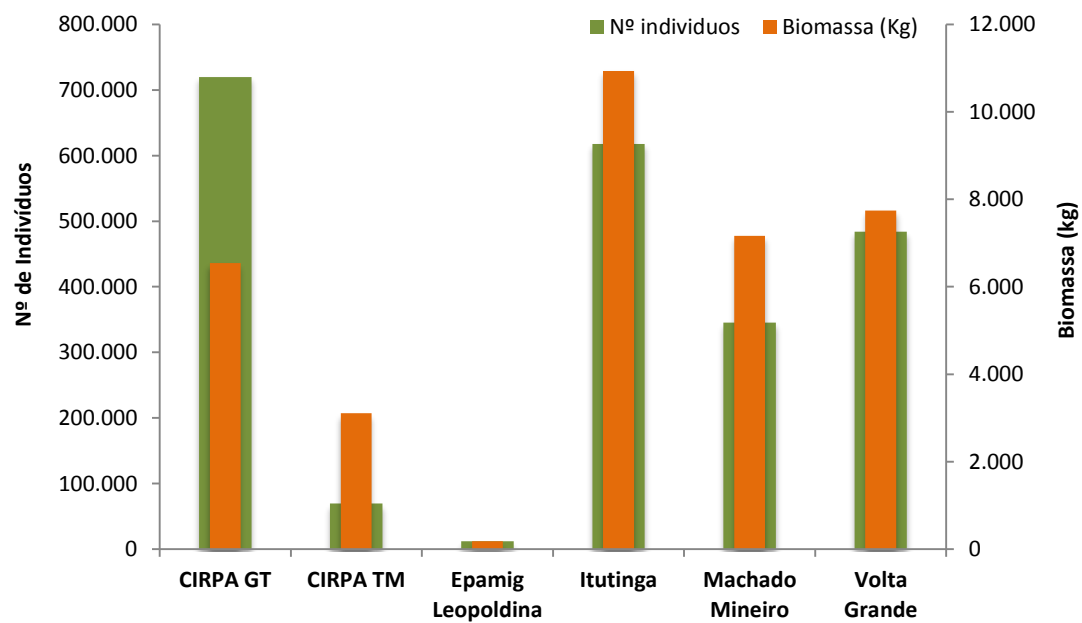


Figura 4. Biomassa e Nº de indivíduos soltos pelo programa de estocagem da Cemig

Indicadores Peixe Vivo	Antes Peixe Vivo	Após Peixe Vivo					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Público presente nos peixamentos	Não apurado	Não apurado	3044	3302	2428	3461	2570

Tabela 3. Público presente nos peixamentos entre 2009 e 2013



Figura 5. Participação da comunidade nos peixamentos



Figura 6. Participação da comunidade nos peixamentos

A **Estação Ambiental de Volta Grande (EAVG)** foi criada em janeiro de 1976 para atender à obrigatoriedade legal de repovoar os reservatórios de hidrelétricas com diferentes espécies de peixes. Localizada à jusante da Usina Hidrelétrica de Volta Grande às margens do rio Grande, a estação conta atualmente com uma reserva florestal de cerca de 390 hectares, um viveiro de mudas que se destina à produção de espécies ciliares e urbanas e uma estação de piscicultura.

O programa de estocagem coordenado pela Estação de Piscicultura de Volta Grande atuava em seis reservatórios nas bacias dos rios Grande (Volta Grande e Jaguará), Araguari (Nova Ponte e Miranda) e Paranaíba (Emborcação e São Simão). Porém, em setembro de 2011 foi identificada a presença da espécie invasora mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), no abastecimento e na própria piscicultura. Desde então, os peixamentos foram limitados aos reservatórios da UHE Volta Grande e da UHE Jaguará, por já terem registro de ocorrência dessa espécie invasora.

Nas safras 2011-12 e 2012-13, a EAVG realizou 113 peixamentos, distribuídos em cerca de seis municípios, sendo soltas as seguintes espécies: curimba (*Prochilodus lineatus*), piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) e piapara (*Leporinus elongatus*). Os 484 mil indivíduos produzidos totalizaram 7.742 kg de peixes.



Figura 7. Estação de Piscicultura de Volta Grande

A **Estação Ambiental de Itutinga** foi inaugurada em julho de 1994, com área de 35,26 hectares. Localiza-se no município de Itutinga, às margens dos reservatórios das Hidrelétricas de Itutinga e de Camargos. Sua infraestrutura compreende um viveiro de mudas e a Estação de Piscicultura.

O programa de estocagem coordenado pela Estação Ambiental de Itutinga abrange todas as áreas de influência das Usinas da MG/CS no sul de Minas, seja por meio de seus reservatórios ou de tributários da bacia do rio Grande, em trechos do Alto rio Grande. Na grande maioria dos peixamentos organizados pela Estação Ambiental de Itutinga ocorre a participação da comunidade local, representada por autoridades e alunos de escolas públicas e particulares. O público assiste a uma breve palestra sobre meio ambiente e piscicultura no local do peixamento e participa ativamente na soltura dos alevinos.

A estocagem das safras de 2011-12 e 2012-13 na bacia do rio Grande contou com 4.487 participantes, além das pessoas que visitaram a Estação Ambiental de Itutinga (EAITU) e que tiveram a oportunidade de conhecer o laboratório de piscicultura em atividades de educação ambiental. Foram contabilizados 52 peixamentos que abrangeram 28 municípios, sendo produzidas piracanjubas (*Brycon orbignyanus*), piaparas (*Leporinus elongatus*), curimbas (*Prochilodus lineatus*) e dourados (*Salminus brasiliensis*), totalizando 61 mil indivíduos e quase 11.000 kg de peixes.



Figura 8. Estação de Piscicultura de Itutinga

A **Estação de Piscicultura de Machado Mineiro (EAMM)** foi instalada em novembro de 1997, junto à Usina Hidrelétrica de Machado Mineiro, em Águas Vermelhas e São João do Paraíso, no norte de Minas. Esta estação conta com alguns aparelhos e instrumentos para uma possível reprodução de surubim, mas esta ainda não aconteceu devido à falta de sucesso nas capturas desta espécie, o que resulta na falta de reprodutores e matrizes na estação.

O programa de estocagem coordenado pela Estação de Piscicultura de Machado Mineiro abrange atualmente os reservatórios de Irapé e de Machado Mineiro, localizados respectivamente nas bacias dos rios Jequitinhonha e Pardo, além das barragens de perenização. Na grande maioria dos peixamentos organizados pela estação ocorre a participação da comunidade local, representada por autoridades e alunos de escolas públicas e particulares. O público assiste a uma breve palestra sobre meio ambiente e piscicultura no local do peixamento e participa ativamente na soltura dos alevinos. Foram realizados 22 peixamentos, oito na bacia do rio Pardo e 14 na bacia do rio Jequitinhonha, que contaram com a participação de 421 pessoas atendendo a nove municípios.

Nas safras 2011-12 e 2012-13, foram produzidos 345.515 alevinos (7.170,52 kg) dos seguintes peixes: curimba (*Prochilodus hartii*), piauí (*Leporinus* sp.), piabanha (*Brycon* sp.) e a piapara (*Leporinus* sp.).



Figura 9. Estação de Piscicultura de Machado Mineiro

Após reformas no **Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Três Marias**, a estação retornou com sua produção na safra 2010-2011. Um novo contrato foi firmado em agosto de 2010 entre a Codevasf e a Cemig GT, que além deste centro, contará também com o Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Gorutuba.



Figura 10. Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura de Três Marias

O **Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura do Gorutuba – CIRPA do Gorutuba**, é uma unidade de trabalho pertencente à Codevasf, implantada no perímetro de irrigação do Gorutuba, no município de Nova Porteirinha – MG.

Nas safras 2011-12 e 2012-13, a CIRPA Três Marias e CIRPA do Gorutuba produziram 790 mil indivíduos de curimba verdadeira (*Prochilodus argenteus*) e matrinhã (*Leporinus obtusidens*) totalizando 9.652 kg de peixes.



Figura 11. Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura do Gorutuba

Em 2011, foi firmado entre a Cemig GT e a **Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Epamig**, um convênio com o objetivo de incrementar as ações de pesquisa e produção em piscicultura, limnologia e biologia pesqueira na região da Zona da Mata, bacia do rio Paraíba do Sul, no estado de Minas Gerais, por meio da conjugação de esforços entre a Cemig GT e a Epamig. A **Fazenda Experimental de Leopoldina – FELP** engloba a Estação de Piscicultura que possui uma ampla estrutura destinada à pesquisa em piscicultura, produção de alevinos e difusão da tecnologia, atuando na bacia do rio Paraíba do Sul. Como fruto desse convênio foi realizada apenas a reprodução da safra 2011-2012.

Durante a vigência do convênio (agosto de 2011 a janeiro de 2013) foram produzidos 12.000 alevinos de curimba (*Prochilodus vimboides*) com biomassa de 180 kg, sendo soltos em dois peixamentos no município de Rio Novo que contaram com a participação de 242 pessoas.



Figura 12. Fazenda Experimental da Epamig

5.1.2.2. Apoio em operações em usinas

Durante o planejamento, a implantação e a operação de empreendimentos, o Setor Elétrico brasileiro tem se deparado com várias questões ambientais, dentre as quais podemos destacar os impactos sobre a fauna aquática, em especial sobre os peixes. A equipe do Programa Peixe Vivo avalia os riscos potenciais à ictiofauna da operação das usinas hidrelétricas por meio de monitoramentos periódicos e monitoramentos prévios às manobras, para avaliar a densidade de peixes e as condições ambientais a jusante de usinas hidrelétricas. Essas informações, além de comporem um banco de dados, subsidiam ações corretivas e operacionais relativas à segurança ambiental dos procedimentos executados. Aspectos da biologia das espécies de peixes mais afetadas pelos procedimentos de manutenção de unidades geradoras também são avaliadas, para melhor compreender a relação entre fatores biológicos e a presença destas espécies a jusante das usinas.

De janeiro de 2009 a dezembro de 2013 foram acompanhadas 226 manobras (média de 45 manobras por ano). As manobras que ocorreram com maior frequência foram drenagens (39,4%) e partidas (30,1%) de UGs. As demais manobras somam 23,5% como: *black start*, giro a vazio, teste de perenização, comissionamento, fechamento de vertedouro, teste síncrono, aquário, variação de carga, deplecionamento e teste águas mortas.

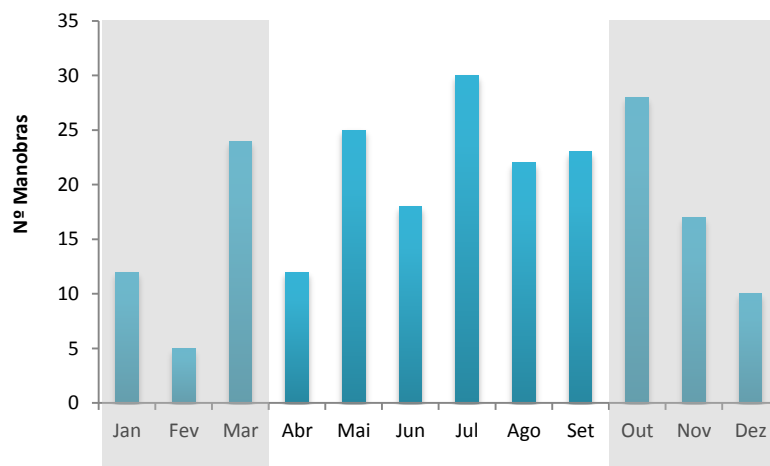


Figura 13. Número de manobras acompanhadas por mês (A), área sombreada corresponde ao período de maior risco na maioria das usinas, devido à piracema

Com a aplicação sistemática da metodologia desenvolvida para avaliar o risco de morte de peixes, foi possível ampliar o conhecimento sobre a composição da comunidade ictiofaunística a jusante das quinze maiores usinas hidrelétricas da empresa. A ordem com maior número de espécies foi Characiformes, enquanto a que apresentou maior abundância de indivíduos foi Siluriformes. A espécie mais abundante dentro do tubo de sucção de usinas da empresa é o mandi-amarelo (*Pimelodus maculatus*). Esta espécie pode apresentar grandes cardumes concentrados próximo à entrada das máquinas em períodos determinados do ano, adentrando o tubo de sucção no momento em que a vazão turbinada diminui. Este comportamento aumenta significativamente o risco da realização de manobras de manutenção e testes operativos durante estes momentos, pois o potencial de injúrias aos peixes nestas situações é alto. A equipe do programa municia os operadores e o corpo gerencial da Cemig com estas informações em tempo real, avaliando os riscos da realização de manobras durante estes períodos e utilizando um modelo de regressão linear para avaliar a quantidade potencial de peixes que podem ser afetados pela operação. Diversas manobras operativas já foram adiadas ao longo dos últimos três anos em função desta avaliação de riscos ambientais.

A equipe do Programa Peixe Vivo também atua no apoio às equipes de operação e manutenção das usinas durante as drenagens realizadas no tubo de sucção e poço de drenagem das usinas. O desenvolvimento e utilização da metodologia de avaliação de risco à ictiofauna garantiu que a média de peixes mortos caísse de 592,9 kg/mês (medidos de janeiro de 2001 a maio de 2007) para 138,2 kg/mês (medidos de junho de 2007 a dezembro de 2013) nas usinas da empresa. Esta redução corresponde a 77% e demonstra a eficiência do método adotado e a possibilidade de sua replicação em praticamente qualquer usina que apresente desafios no convívio com a ictiofauna nativa.

Os resultados obtidos com a metodologia de avaliação de risco de morte de peixes, parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, estão em fase final de análise e serão publicados em um livro da Série Peixe Vivo com previsão de lançamento para 2015.

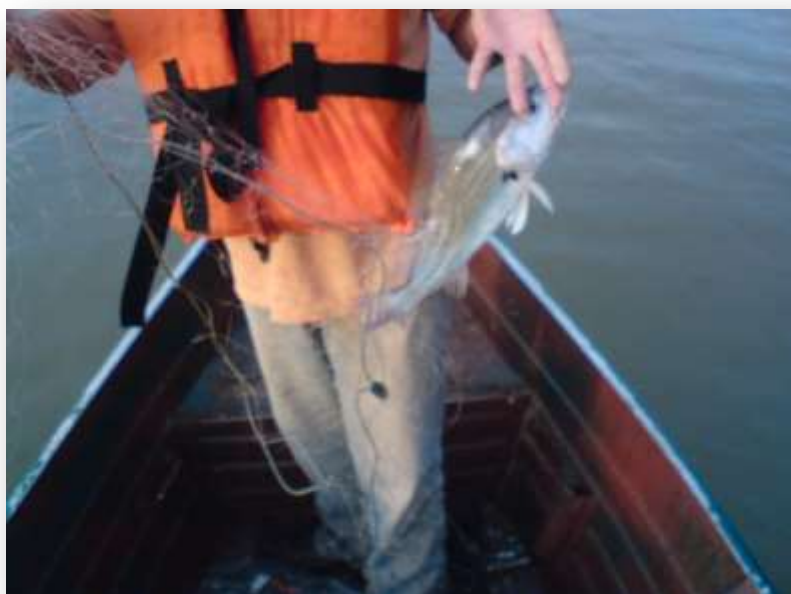


Figura 14. Coleta de peixes



Figura 15. Trabalhos de campo

5.1.2.3. Monitoramento da ictiofauna

O monitoramento da ictiofauna em reservatórios brasileiros é uma prática recente, e sua maior difusão ocorreu após a implementação da nova legislação ambiental, que visa o licenciamento de empreendimentos que tem potencial de impactar o meio ambiente. Tal monitoramento visa detectar eventuais variações na abundância, riqueza e composição da fauna de peixes, e, no nosso contexto, relacionar essas variações aos impactos da construção das barragens que deram origem ao reservatório. Dessa forma, serve como importante ferramenta para a tomada de decisão sobre possíveis formas de manejo que têm como objetivo reduzir esses impactos, inerentes ao barramento do rio.

Você sabia que: Migrador é aquele peixe que nada longas distâncias no rio para encontrar córregos ou lagoas marginais onde se reproduzem.

A Cemig há muitos anos realiza o monitoramento da ictiofauna de seus reservatórios. Muitos destes monitoramentos ocorreram devido às cobranças dos órgãos ambientais, a fim de que os impactos causados pelos barramentos fossem analisados ao longo do tempo. Visando aprimorar a qualidade dos relatórios emitidos para os monitoramentos, a equipe do Programa elaborou recentemente Especificações Técnicas contendo as diretrizes mais adequadas para os estudos em cada empreendimento.



Figura 16. Foto extraída de Relatórios de Monitoramento de usinas do Grupo Cemig



Figura 17. Foto extraída de Relatórios de Monitoramento de usinas do Grupo Cemig



Figura 18. Foto extraída de Relatórios de Monitoramento de usinas do Grupo Cemig



Figura 19. Foto extraída de Relatórios de Monitoramento de usinas do Grupo Cemig

Além disso, o Programa Peixe Vivo irá captar um projeto para desenvolver um banco de dados com todas as informações disponíveis dos monitoramentos já ocorridos na empresa como também dos trabalhos atuais.

5.1.2.4. Sistemas de Transposição de Peixes

Uma das medidas de manejo adotadas pelo setor elétrico brasileiro é a implantação de Sistemas de Transposição de Peixes (STPs). Estes mecanismos visam atenuar os impactos sobre a ictiofauna provocados pela construção do barramento que impede a livre migração dos peixes em busca de sítios reprodutivos e de alimentação. No entanto, apesar do uso difundido, pouco critério técnico vem sendo adotado nas decisões sobre viabilidade de STPs, que geralmente são projetados para permitir somente a passagem dos peixes de jusante para montante. Dentre esses critérios devem ser avaliadas as condições ecológicas das comunidades de peixes presentes na área da barragem, a ser implantada ou já implantada, determinar os objetivos do futuro STP e formas de monitoramento e gestão dos resultados de sua operação.

Existem vários tipos de STPs que permitem o deslocamento dos peixes para montante como escadas, eclusas, elevadores, elevadores com caminhão-tanque, canais naturais e seminaturais. A escolha na construção de cada tipo de mecanismo depende das condições do

empreendimento como localização do canal de fuga, altura da barragem, dentre outras. Estas características devem determinar se o sistema atuará como atrativo aos peixes, que distância será percorrida e qual velocidade de escoamento da água os peixes terão que enfrentar para conseguir transpor o obstáculo. Todos estes aspectos interferem diretamente na análise de eficiência do sistema.



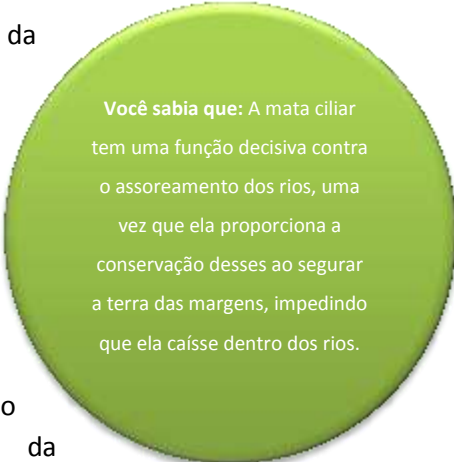
Figura 20. Sistema de transposição do tipo escada da Usina Hidrelétrica de Salto Moraes



Figura 21. Sistema de transposição do tipo escada da Usina Térmica de Igarapé

5.2. Ecossistemas Terrestres

Os principais empreendimentos de geração hidrelétrica da Cemig encontram-se na região central do Brasil, notadamente no estado de Minas Gerais, cuja paisagem é dominada pela vegetação savânica com manchas características de vegetação de ocorrência na Mata Atlântica, que ocupam vales de rios, ribeirões e riachos e atuam como elemento caracterizador destes domínios vegetacionais. Esta transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica denunciam a presença de condições ambientais muito diferenciadas, agindo como elemento modelador da paisagem como um todo e indicando, além das variações ambientais, condições bióticas únicas.



Você sabia que: A mata ciliar tem uma função decisiva contra o assoreamento dos rios, uma vez que ela proporciona a conservação desses ao segurar a terra das margens, impedindo que ela caísse dentro dos rios.

O Cerrado é uma formação tropical constituída por vegetações rasteira, arbustiva e árvores, coexistentes com espécies herbáceas. Engloba os aspectos florísticos e fisionômicos da vegetação, sobre um solo ácido e relevo suave ondulado, recortado por uma intensa malha hídrica, formando uma paisagem única e diferenciada da savana.

São descritos onze tipos principais de vegetação para o bioma Cerrado, enquadrados em quatro formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), quatro savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e três campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre).

Por outro lado, os fragmentos de Mata Atlântica encontrados na área de atuação da empresa são formações florestais secundárias, classificadas como Florestas Estacionais Semidecíduais Montana e Submontana. O conceito ecológico deste tipo de vegetação está condicionado à dupla estacionalidade climática: uma tropical com época de intensas chuvas de verão seguida por estiagens acentuadas e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica pelo frio intenso de inverno. Estas formações florestais estabelecem-se em altitudes acima de 500 m de altitude.

A fisionomia de Florestal Estacional apresenta um dossel superior a 4 m (no caso de florestas de altitude sobre solos rasos ou litólicos) a 25 m de altura (em solos mais profundos), com árvores emergentes chegando a 40 m e sub-bosque denso. Apresenta ainda deciduidade intermediária (20–70%) da massa foliar do dossel na época mais fria/seca e menor abundância de epífitas e samambaias, além de uma densidade variável de lianas e bambusóides (taquaras e bambus).

Devido ao longo histórico de ocupação antrópica das áreas, muitas vezes anteriores à instalação dos empreendimentos, porém influenciadas por estes, verifica-se que o estágio de

degradação da vegetação é significativo. Esta degradação pode estar associada a alguns fatores, dentre os quais se destacam a retirada indiscriminada de madeira, a pecuária extensiva e o uso do fogo, que são característicos na ocupação do solo.

A associação desses fatores gerou um grande consumo da vegetação, que hoje é formada por fragmentos, alguns em melhor estado de conservação e outros já com maior grau de alteração. Essas perturbações antrópicas constantes representam uma importante ameaça à biodiversidade, principalmente nas regiões onde o processo de fragmentação iniciou-se há várias décadas.

A Biodiversidade fornece uma ampla variedade de bens e serviços valiosos para as sociedades humanas, e alguns destes são insubstituíveis, desta forma, promover a conservação da flora e consequentemente da fauna associada, é ponto primordial para a conservação de seu principal insumo. A proteção desta biodiversidade é o maior desafio de todos os tempos.

Nesta linha, a empresa vem desenvolvendo importantes ações no reflorestamento de matas ciliares, arborização urbana, recuperação de áreas degradadas, através da coleta e produção de sementes e mudas de qualidade, fomento à pesquisas e da manutenção de unidades de conservação. Concomitantemente, ações de manejo e conservação como os programas ASAS e PROFAUNA são mantidas, associadas ao Monitoramento de Fauna em alguns empreendimentos.

5.2.1. Programas de conservação de flora e fauna

5.2.1.1. Premiar

Lançado em março de 2009, o Programa Especial de Manejo Integrado de Árvores e Redes – Premiar tem como principais objetivos:

- ✓ Viabilizar parceria entre a concessionária e a administração municipal para buscar soluções para convivência entre a arborização de Belo Horizonte e as redes de distribuição que servem ao município;
- ✓ Promover inovações nos procedimentos de manejo das árvores urbanas, e a profissionalização das atividades afetas;
- ✓ Melhorar a qualidade do fornecimento de eletricidade por meio da adequação da estrutura física das redes, e do manejo dispensado à arborização urbana.



Figura 22. Plantio em via pública, com participação de morador



Figura 23. Substituição de rede para promover convivência com arborização de grande porte

O Premiar faz a remoção de árvores em risco para a sociedade e para o sistema elétrico, e o consequente plantio de mudas de espécies adequadas ao meio urbano, contribuindo diretamente para a redução dos custos de desligamento do sistema e a melhoria nos índices de qualidade e satisfação dos consumidores.

Uma das principais ações do programa foi o desenvolvimento de um sistema para gerenciar as atividades de manejo. Esse sistema, nomeado Geoárvores, conta com módulos para gerenciar serviços de poda, supressão e plantio de árvores, e foi integrado como uma ferramenta e um banco de dados da Empresa na gestão do manejo.

A Cemig está realizando, em parceria com a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, um inventário da arborização urbana do município, obtendo dados referentes à quantidade e características das árvores presentes em praças, canteiros centrais, calçadas, faixas de rolamento e áreas internas a lotes, bem como uma avaliação do risco das árvores existentes. Já foram inventariadas 177.139 árvores, de 382 espécies cadastradas.

Com a proposta de discutir as boas práticas de arboricultura, além de aprimorar os trabalhos dos profissionais envolvidos no planejamento urbano, na distribuição de energia elétrica e na arborização, a Cemig promove o circuito de arborização, que percorre cidades do interior do Estado de Minas Gerais. Foram promovidos sete eventos, envolvendo diversos públicos ligados à gestão ambiental. O circuito proporciona a oportunidade de apresentação e discussão das boas práticas e procedimentos de planejamento das árvores no meio urbano. A Companhia adota, desde março de 1999, a Rede de Distribuição Protegida – RDP como padrão mínimo de atendimento urbano, em substituição definitiva às redes convencionais nuas, tornando-se a pioneira nessa prática no Brasil. Atualmente, a Cemig possui 27% das redes de distribuição protegidas.



Figura 24. Circuito de arborização em Montes Claros – 2013



Figura 25. Circuito de arborização em Teófilo Otoni – 2013

5.2.1.2. Programa de reflorestamento ciliar

O Programa de Reflorestamento Ciliar da empresa iniciou-se na década de 1990, por meio de um convênio com a Universidade Federal de Lavras - UFLA e a implantação do viveiro de produção de mudas florestais da Estação Ambiental de Itutinga, na cidade de Itutinga, MG, estendendo-se, ainda em 1991 para o viveiro florestal da Estação Ambiental de Volta Grande.



Figura 26. Plântulas recém-germinadas no viveiro da EA Itutinga

O objetivo inicial do programa era desenvolver tecnologia para a recomposição de matas ciliares no entorno dos reservatórios da empresa, desde a seleção de espécies, ao desenvolvimento de metodologias de coleta e beneficiamento de sementes, produção de mudas, adubação, plantio e manejo florestal.



Figura 27. Viveiro florestal da EA Volta Grande

Com o desenvolvimento deste projeto foi criado em 1996 o Laboratório de Sementes Florestais da Cemig, localizado em Belo horizonte, para o fornecimento de sementes aos viveiros da empresa, com uma capacidade de produção de 1000 kg anuais. Por meio deste projeto se faz a identificação das árvores matrizes, coleta, beneficiamento, armazenamento e distribuição destas sementes para os viveiros florestais e também para órgãos ambientais e prefeituras conveniadas.



Figura 28. Beneficiamento de sementes de paineira – *Ceiba speciosa*

Os viveiros florestais da empresa foram remodelados e ampliados, passando a ter uma capacidade produtiva de aproximadamente 600.000 mudas/ano entre espécies nativas voltadas para a recomposição de matas ciliares e espécies voltadas para a arborização urbana (50.000). São produzidas sementes e mudas de aproximadamente 60 espécies florestais.

Os viveiros das Estações Ambientais de Itutinga (200.000) e de Volta Grande (400.000) são os responsáveis pela produção e distribuição de mudas para todo o estado de Minas Gerais.

Também foi criado, junto à UFLA, o Centro de Excelência em Matas Ciliares - Cemac, tendo como objetivo geral, a implantação e o desenvolvimento de atividades que promovam a geração de conhecimento científico sobre preservação e recuperação de florestas de proteção, envolvendo atividade de ensino, pesquisa, extensão, consultoria e prestação de serviços.

Os trabalhos de pesquisa desenvolvidos resultaram na publicação de diversas teses de doutorado, dissertações de mestrado, artigos em revistas científicas, além da apresentação de centenas de trabalhos em diversos eventos científicos nacionais e internacionais.

No sentido de disseminar os conhecimentos oriundos desta parceria, a Cemig e a UFLA realizaram no ano de 2000 o I Seminário de Mata Ciliar, realizado em Belo Horizonte, com a presença dos técnicos da empresa, da comunidade científica e população. Devido ao sucesso deste evento, no ano de 2010 foi realizado o I Seminário de Recomposição de APPs, com o objetivo de atualizar os conhecimentos acumulados até então.

As primeiras áreas recuperadas por meio desse convênio se concentraram nos reservatórios das UHEs Itutinga e Camargos, realizados em conjunto com projetos de pesquisa da UFLA. Estes primeiros projetos foram decisivos para o estabelecimento das técnicas a serem

adotadas pela empresa e também na elaboração do Manual de Implantação de Matas Ciliares, documento que balizou todos os projetos realizados a partir de então.

Os projetos desenvolvidos pela Cemig sempre são realizados em parceria com os produtores rurais do entorno dos reservatórios, visto que as áreas não são de propriedade da empresa. Em linhas gerais, a Cemig promove com o fornecimento e implantação das mudas e os proprietários disponibilizam as áreas e se comprometem com a sua manutenção. Foi no reservatório da UHE Volta Grande que este esforço alcançou as maiores áreas revegetadas, principalmente em parceria com as usinas de cana-de-açúcar.

O complexo domínio das tecnologias que envolvem o estabelecimento de uma floresta nativa com um considerável grau de biodiversidade é um objetivo ainda a ser alcançado. Para tanto, estão sendo iniciados novos projetos de pesquisa que irão avaliar os reflorestamentos implantados nestes últimos vinte anos, avaliada sua capacidade de regeneração e sustentabilidade ao longo do tempo, bem como a capacidade de atrair e manter novas espécies da flora e da fauna do seu entorno.



Figura 29. Mata ciliar no reservatório da UHE Volta Grande



Figura 30. Área de implantação de reflorestamento ciliar na UHE Rosal

Ao todo já foram reflorestados em torno de 1000 ha de APP, sendo 488 ha apenas no reservatório da UHE Volta Grande. Atualmente os principais projetos se desenvolvem nas UHEs São Simão, Emborcação e Jaguará, na região do Triângulo Mineiro e na UHE Rosal, na divisa dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo.

5.2.1.3. Programa de recuperação áreas degradadas

A implantação de grandes projetos de infraestrutura acarreta, necessariamente, a degradação de grandes extensões de terra, ligadas principalmente às atividades de terraplanagem, empréstimo de material arenoso/argiloso para construção de estruturas, além da disposição de rochas e solos oriundos das áreas trabalhadas.

Na implantação de empreendimentos hidrelétricos esta realidade não é diferente e para mitigar os impactos causados pela degradação do solo, a Cemig implanta e mantém Programas de Recuperação de Áreas Degradadas – PRADs nas suas usinas próprias e consorciadas.

Exemplos de PRADs instalados pela empresa são os das UHEs Emborcação e Irapé, que, devido às suas grandes proporções, representam bem a execução deste programa nas demais usinas. A UHE Emborcação teve sua construção iniciada em 1976, e possui uma barragem de terra / enrocamento de 1611 m de extensão e 158 m altura. Para sua construção, foi necessário explorar uma área de 220 ha no seu entorno, principalmente para o fornecimento de materiais

terrosos para a sua construção. Foram retirados em média 5 m de solo para a construção da barragem, tendo sido expostos os horizontes B e C, altamente suscetíveis à erosão e impróprios para o estabelecimento de vegetação.

Esta área foi estabilizada e revegetada com gramíneas ao final da construção e, em 1987, foi vendida para os antigos proprietários, sendo utilizada para a criação de gado. Contudo, como é conhecido atualmente, uma área exposta a este tipo de exploração não volta a ter aptidão para a exploração agropecuária e, como consequência desta exploração inapropriada houve nova degradação da área, com a exaustão do solo, perda da vegetação, exposição do solo e surgimento de 28 focos erosivos de grande porte, com consequente assoreamento de curso d'água.

Como consequência desta política errônea de gestão de áreas recuperadas, a Cemig foi forçada e recomprar a área e executar um novo projeto de recuperação.



Figura 31. Degradação ambiental na área do Córrego Pedra Branca – UHE Emborcação

Desta forma, no ano de 2000, um novo PRAD foi instalado, com a estabilização dos focos erosivos, reconformação do solo, implantação de drenagens superficiais e subterrâneas (canaletas verdes e de concreto), instalação de retentores de água e estruturas de dissipação, culminando na subsolagem e revegetação da área com vegetação herbácea.

Ao longo dos últimos 14 anos foram realizadas operações anuais de manutenção e conservação das estruturas, o que proporcionou a estabilização da área.



Figura 32. Operações de implantação do PRAD – UHE Emborcação

Atualmente esta sendo contratado um projeto de Pesquisa e Desenvolvimento, junto à Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, para o desenvolvimento de técnicas de

enriquecimento florístico e de ativação dos processos naturais de sucessão ecológica, com o objetivo de acelerar a recuperação natural desta área, aumentando a riqueza de espécies da flora, a atração de fauna e o estabelecimento dos fluxos gênicos, contribuindo para que a área possa voltar à sua condição original.

Na implantação da UHE Irapé foram implantados 8 PRADs, entre áreas de empréstimo e áreas de bota-fora. Estas áreas foram recuperadas ao final da implantação da usina e ainda hoje são alvo de novas intervenções. Como a UHE se localiza em uma região de chuvas irregulares, os longos períodos de estiagem dificultam o estabelecimento de vegetação nas áreas trabalhadas, facilitando o surgimento de novos focos erosivos no período chuvoso, o que mostra a necessidade de constante monitoramento e intervenções em áreas que passaram por recuperação.



Figura 33. Atividades de manutenção no PRAD da UHE Irapé

5.2.1.4. Programa de recuperação de nascentes

O Programa de Recuperação de Nascente é fruto da parceria entre a Cemig e a UFLA, iniciada com o Estudo de Metodologias de Recuperação de Matas Ciliares.

O programa iniciou-se com um P&D, denominado “Estudo integrado da vegetação ciliar no entorno de nascentes, rios e reservatórios” (Convênio Cemig/Aneel/UFLA nº 039, 2001/2005), realizado durante os anos de 2001 a 2005, tendo contemplado 50 nascentes em processo de recuperação, localizadas na região do Alto rio Grande, no estado de Minas Gerais.

Consistiu no cercamento das nascentes selecionadas, enriquecimento da vegetação, por meio do plantio de mudas de espécies adaptadas a ambientes úmidos, e o monitoramento do grau de recuperação.

Como resultado houve a consolidação da metodologia a ser utilizada nos projetos de recuperação de nascentes realizados pela Cemig, além da elaboração de uma cartilha “Nascentes – O Verdadeiro Tesouro da Propriedade Rural” distribuído nos programas de educação ambiental e de comunicação social da empresa, visando a conscientização da população sobre a importância de conservar este patrimônio.

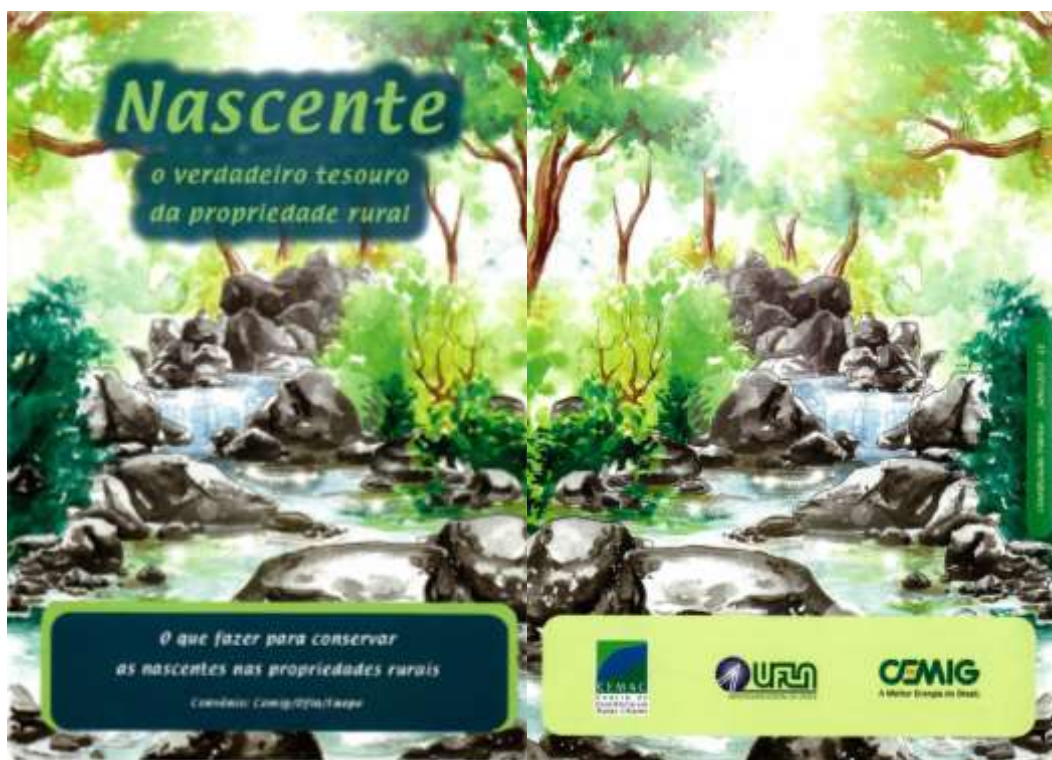


Figura 34. Cartilha “Nascentes – O Verdadeiro Tesouro da Propriedade Rural”

5.2.1.5. Programa de Unidades de Conservação

A Cemig, visando à conservação da biodiversidade, mantém algumas áreas de remanescentes florestais de elevado grau de conservação e relevância para os biomas onde estão inseridas. Destas áreas, três são classificadas como Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN, pela Lei Federal 9985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, além de outras cinco, chamadas internamente de Estações Ambientais, visto que não foram enquadradas em nenhuma das unidades de conservação oficiais.

RPPN Fartura

A RPPN Fartura foi criada em 23/12/2004, como parte das exigências do licenciamento ambiental da UHE Irapé, devido à sua importância ecológica e por representar um importante remanescente de Mata Atlântica naquela região.

Está localizada no município de Capelinha, havendo sido, inicialmente, adquirida para o reassentamento de 25 famílias das comunidades de Jacuba e Bocaina, ambas no município de Turmalina, atingidas pela formação do reservatório da UHE Irapé, e que optaram por serem reassentadas nesta propriedade.

Durante o processo de licenciamento ambiental, para obtenção das Autorizações de Exploração Florestal, houve o entendimento entre os órgãos ambientais estaduais que parte da Fazenda deveria ser transformada em RPPN, devido à riqueza da flora e fauna ali presentes. Desta forma apenas 10 famílias foram reassentadas nesta fazenda, as outras foram instaladas em outros reassentamentos, no mesmo município.

A fazenda possui 1.455 ha de Floresta Estacional Semidecidual em estágio avançado de regeneração. É cortada pelo rio Santa Quitéria, pertencente à bacia do rio Jequitinhonha. Em levantamento recente foram identificadas 72 espécies de plantas, 53 de aves, 25 de mamíferos, 20 de anfíbios, 17 de répteis e 6 de peixes.



Figura 35. Vista geral da Estação Ambiental da Fazenda Fartura

RPPN Galheiro

Esta UC foi criada em 05/06/96, para atender às exigências legais de licenciamento ambiental da UHE Nova Ponte, visando a preservação de remanescentes expressivos da vegetação de Cerrado e da fauna diversificada da área do empreendimento.

Possui 2.847 ha, sendo a maior UC da Cemig. Está localizada no município de Perdizes – MG, na confluência dos rios Quebra-Anzol e Galheiro, no reservatório da usina.

Possui 72% de sua área coberta com vegetação natural e significativa rede de drenagem, suportando uma população de 624 espécies vegetais, 264 de aves, 53 de répteis, 36 de mamíferos, 20 de anfíbios e 78 de insetos, conforme inventários realizados em 1994.

Os principais projetos desenvolvidos na RPPN estão ligados à educação ambiental para alunos de ensinos fundamental e médio das redes públicas e particulares da região, à reintrodução de animais silvestres e à conservação da biodiversidade.



Figura 36. RPPN Galheiro

RPPN Jacob

Criada em 05/08/98 como compensação à formação do reservatório da UHE Miranda, localiza-se no município de Nova Ponte, às margens do rio Araguari, possuindo 358 ha de vegetação de Cerrado em bom estado de conservação.

O inventário de fauna realizado em 1996 identificou 206 espécies de aves, 53 de mamíferos, 19 de répteis e 12 de anfíbios.

Foram translocados e monitorados por rádio telemetria espécimes de ouriço-cacheiro e mico-estrela, provenientes da operação de resgate de fauna, durante o enchimento do reservatório da UHE. A Estação desenvolve pesquisas sobre a fauna e flora nativas e promove trabalhos de preservação e educação ambiental, contando com auditório, exposição ambiental e trilhas interpretativas.



Figura 37. Vista geral da RPPN Jacob

Estação Ambiental Igarapé

Localizada no município de Juatuba - MG, foi criada em 1992, de forma voluntária pela empresa, para promover o desenvolvimento de programas de educação ambiental, preservação e recomposição da flora e fauna locais. O carro chefe da Estação é a escada para peixes, construída junto à barragem de captação de água da Usina Termelétrica de Igarapé, constituindo-se no início dos trabalhos de captura e marcação de peixes no rio Paraopeba, em parceria com a UFMG.

Possui 105 ha de vegetação característica da transição entre Cerrado e Mata Atlântica. Além do Sistema de Transposição de Peixes, a estação conta com viveiro de animais silvestres, usado para a reintrodução de fauna e um centro de educação ambiental, que recebe estudantes e professores da rede pública e particular da região.



Figura 38. Centro de Educação Ambiental – EA Igarapé

Estação Ambiental Itutinga

Foi criada em 1994 com a finalidade de dar continuidade aos trabalhos de preservação ambiental desenvolvidos pela Cemig na região, iniciados em 1980, com o Programa de Reflorestamento Ciliar.

Está localizada no município de Itutinga, às margens do rio Grande, com 35,26 ha. Seu objetivo principal é desenvolver atividades nas áreas de reflorestamento ciliar e piscicultura, abrigando o primeiro viveiro de mudas florestais da empresa, implantado em 1990, em parceria com a UFLA e uma Estação de Piscicultura.



Figura 39. Viveiro de mudas da EA Itutinga



Figura 40. Estação Ambiental Itutinga

Estação Ambiental de Peti

Foi a segunda Estação Ambiental criada pela Cemig, em 1983, sendo considerada uma das mais importantes reservas ecológicas do país por pesquisadores da UFMG que, ao longo de todo este período já realizaram inúmeros trabalhos científicos, identificando:

556 espécies de insetos, 502 de vegetais, 256 de aves, 39 de mamíferos, 26 de répteis, 24 de anfíbios e 10 de peixes. Entre as espécies ameaçadas de extinção, destacam-se o pavó, ave transformada em símbolo da estação, o lobo guará e a onça parda. Quatro espécies identificadas são novas para a ciência, dentre elas a libélula que recebeu o nome científico de *Heteragrion petiense* e a árvore de canela, *Licaria triplicalyx*.

O inventário possibilitou a implantação de um centro de manejo e reprodução de animais silvestres para translocar e reintroduzir espécies em ambientes e em outras unidades ambientais da empresa. Merece destaque o projeto de produção, criação e manejo de macucos e mutuns.

Além dos estudos sobre ecologia terrestre e aquática a estação desenvolve trabalhos de educação ambiental, sendo pioneira na implantação de trilha para deficientes visuais: escorado por cordas sinalizadas, o caminho é entremeado por informações em braile e os portadores de deficiência têm à disposição sementes e folhas para que possam sentir a textura da vegetação local. O trabalho foi desenvolvido em parceria com o Instituto São Rafael.

Durante recentes estudos na estação ambiental, pesquisadores da UFMG descobriram uma nova espécie de inseto da família das vespas, abelhas e formigas, dando o nome científico de *Stauropactonus leotacilioi* sp.



Figura 41. Estação Ambiental de Peti

Estação Ambiental Machado Mineiro

Inaugurada em 1997, a estação está localizada às margens do rio Pardo, a jusante da PCH Machado Mineiro, no município de Ninheira, na região norte de Minas Gerais. Foi implantada com o objetivo de desenvolver trabalhos de pesquisa e produção de alevinos nas bacias dos rios Pardos e Jequitinhonha.

Os trabalhos da área de piscicultura vêm sendo desenvolvidos em convênio com a Escola Agrotécnica Federal de Salinas – EAFSAL, com a reprodução induzida de espécies como o piau, piapara, curimba e piabanha. Conta com laboratório para reprodução de peixes, incubação de ovos e unidade de tanques para estocagem.



Figura 42. Reprodução de peixes EA Machado Mineiro

Estação Ambiental de Volta Grande

Primeira estação ambiental da Cemig, foi criada em 14/01/1976, em áreas remanescentes à UHE Volta Grande, no curso inferior do rio Grande, ocupa uma área de 391 ha, localizada nos municípios de Conceição das Alagoas-MG e Miguelópolis-SP.

Sua criação foi idealizada primordialmente para a realização de estudos sobre a qualidade da água e o desenvolvimento de técnicas de manejo e reprodução de espécies nativas de peixes

da bacia do rio Grande, abrigando hoje, um dos mais importantes centros de piscicultura do país.

Em 1991 a estação formou um viveiro de mudas para atender aos trabalhos de reflorestamento ciliar, recuperação de áreas degradadas e arborização urbana.

Foram identificadas 45 espécies vegetais, 168 de aves e 25 de mamíferos, alguns deles ameaçados de extinção, como o lobo-guará, o tamanduá bandeira e a jaguatirica.



Figura 43. Estação Ambiental de Volta Grande

5.2.2. Programa de monitoramento da fauna

Visando mitigar os impactos causados à fauna pela implantação dos reservatórios das usinas hidrelétricas, notadamente o afugentamento e adensamento nas áreas do entorno, a empresa

mantém programas de monitoramento de fauna nas UHEs Emborcação, Irapé, Jaguará, Queimado e São Simão.

No caso das UHEs Irapé e Queimado, o programa se dividiu em três fases, englobando o monitoramento das espécies na fase pré-enchimento, caracterizando as áreas de influência da UHE e seu reservatório, identificando as espécies impactadas e as potenciais rotas de fuga e necessidades de resgate, sendo de extrema importância para o planejamento das operações de limpeza da área do reservatório e seu enchimento.

Na fase de enchimento, o monitoramento é crucial para acompanhar o afugentamento das espécies, identificando as áreas preferenciais de refúgio, possibilitando a indicação de proteção destas áreas, bem como identificando a capacidade de suporte destas áreas e possíveis impactos decorrentes da superexploração dos recursos disponíveis.

Na fase de operação, o monitoramento torna-se uma ferramenta de gestão do entorno do reservatório, pois permite à empresa acompanhar o estabelecimento do novo equilíbrio das espécies às áreas de entorno, identificando se as medidas mitigadoras tomadas foram efetivas para assegurar a manutenção das populações, além de identificar e alertar os órgãos oficiais sobre novas pressões à fauna, decorrentes dos novos usos do entorno.

Para o caso da UHE Queimado, após 12 anos de monitoramento foi possível identificar que as espécies de andorinhões que habitavam a cachoeira do Queimado, não abandonaram o local, mesmo com a redução da vazão das águas do rio Preto, desviado pelo barramento. Os monitoramentos indicam que as aves continuam frequentando os paredões rochosos da cachoeira, tendo inclusive incremento nas suas populações. O mesmo aconteceu para as espécies de crocodilianos monitoradas, com a identificação de novas espécies habitando a área após a construção do barramento, sem prejuízo das espécies que já haviam sido identificadas anteriormente.

No caso das UHEs Emborcação, Jaguará e São Simão, os monitoramentos estão sendo realizados apenas na fase de operação do reservatório, tendo como objetivo balizar as ações da empresa nos Programas de Reflorestamento Ciliar e Educação Ambiental, contribuindo ainda para avaliar a estrutura das comunidades que frequentam o entorno dos reservatórios.

6. Educação ambiental

A Cemig pratica educação ambiental desde a década de 80, quando recebe alunos sejam eles de ensino fundamental ou médio, da rede pública ou privada, ou ainda, universitários, quando chegam até aos profissionais buscando informação sobre o que temos feito para a preservação e conservação dos biomas onde a empresa está inserida.

A Cemig formatou novos espaços para sediar projetos que desenvolvem ações de educação ambiental com as escolas e a comunidade. Em Três Marias, por exemplo, o Centro de Educação Permanente Eng. Mário Bhering congrega ambientes culturais e educativos de forma a atender à sociedade na realização de eventos, mostras, encontros e múltiplos diálogos, criando oportunidades de encantamento e entretenimento pelas artes como também de exposição de ideias.

Você sabia que: Nos últimos anos a atividade humana aumentou mil vezes o índice de extinção. No século XX, todas as centenas de extinções conhecidas de espécies de vertebrados, assim como os presumíveis milhares de extinções de espécies de invertebrados, foram causados pelo ser humano (Primack e Rodrigues, 2001).



Figura 44. Palestra sobre controle de cheias, em Três Marias

O Centro foi entregue para administração dos representantes municipais nas áreas de cultura, meio ambiente e turismo. O grupo organiza a programação do auditório e valida os trabalhos expostos na galeria de artes. Outros dois espaços são utilizados pelo projeto Guardiões do Rio, desenvolvido em parceria com a Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes e ONGs que atuam na região.

Na Estação Ambiental de Volta Grande, em Conceição das Alagoas, no Triângulo Mineiro, a Cemig está construindo o Centro de Excelência em Ictiologia de Volta Grande. O Centro terá espaços para o atendimento a visitantes, incluindo escolas da região, com uma área de 1.000 m². O prédio de dois andares abrigará auditório e sala de aula com recursos audiovisuais, sala de informática, biblioteca, cantina, área de exposição e painéis informativos.



Figura 45. Apresentação na Sala de Controle da Usina – Três Marias

O destaque ficará por conta de dois grandes aquários, os maiores do Brasil com peixes de água doce, em estilo semi-natural, como um lago, com visão por cima e pelas laterais dos tanques. Os aquários terão exemplares adultos e alevinos de espécies nativas da bacia do rio Paraná.

Em 2001, a Cemig criou, em parceria com a Fundação Biodiversitas, o Programa Terra da Gente, que tem o objetivo de fornecer suporte didático-pedagógico em educação ambiental aos educadores da rede escolar mineira das regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, Sul de Minas e Campo das Vertentes, com ênfase na proteção, conservação e recuperação da biodiversidade do Cerrado e Mata Atlântica.

Ao final de 2012, o programa registrou 174 novas escolas parceiras, 51.827 novos alunos envolvidos e mais de 3 mil professores capacitados com o material disponibilizado. Em toda sua existência, o Terra da Gente já contribuiu para a melhoria da conscientização ambiental de mais de 300 mil alunos do ensino fundamental de Minas Gerais.

A Cemig conduz ainda um programa de educação socioambiental nas estações ambientais e em centros especializados localizados nos empreendimentos da empresa. Em 2012, mais de 7.700 pessoas foram envolvidas em visitas técnicas, palestras, cursos, atividades lúdicas em todas as regiões onde a Cemig tem atuação.

Outra forma de educação ambiental promovida pela Cemig é a Semana do Meio Ambiente, que faz parte do calendário empresarial. Nesta oportunidade, os temas relacionados à preservação e conservação dos recursos naturais são abordados com seus públicos interno e externo. A Cemig produz material didático para a divulgação dos seus trabalhos e utilização nas diversas campanhas de educação ambiental.

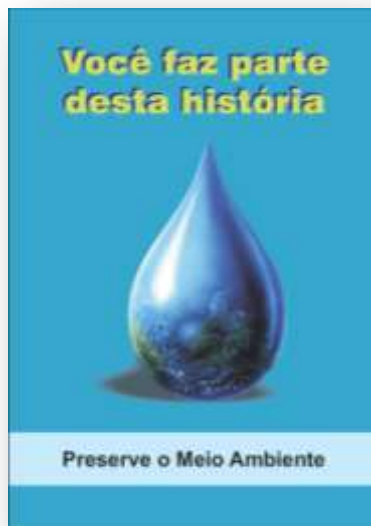


Figura 46. Material de divulgação utilizado em campanhas de educação ambiental

Projetos de educação ambiental são desenvolvidos também em parceria com universidades ou centros de pesquisa, inseridos nos P&Ds.

Dentro do P&D 399 foi produzido material paradidático com a intenção de favorecer não só o processo de ensino-aprendizado, como também o desenvolvimento de consciência e atitudes em prol da preservação da natureza. O material apresenta conteúdos e atividades didáticas

relacionadas ao tema água, aplicados aos ensinos fundamental e médio. Dentre as estratégias utilizadas para a produção do material destacamos a utilização da contextualização de conteúdos com temas da atualidade, bem como a utilização de dinâmicas e jogos como aspectos lúdicos. O material é composto por 1 livro, 8 cartilhas e 8 jogos que abordam conteúdos e problemática relacionados à água como espécies exóticas, mexilhão dourado e macrófitas, cianobactérias, doenças transmitidas e veiculadas pela água, zooplâncton, zoobentôn e conhecimentos gerais sobre a água.

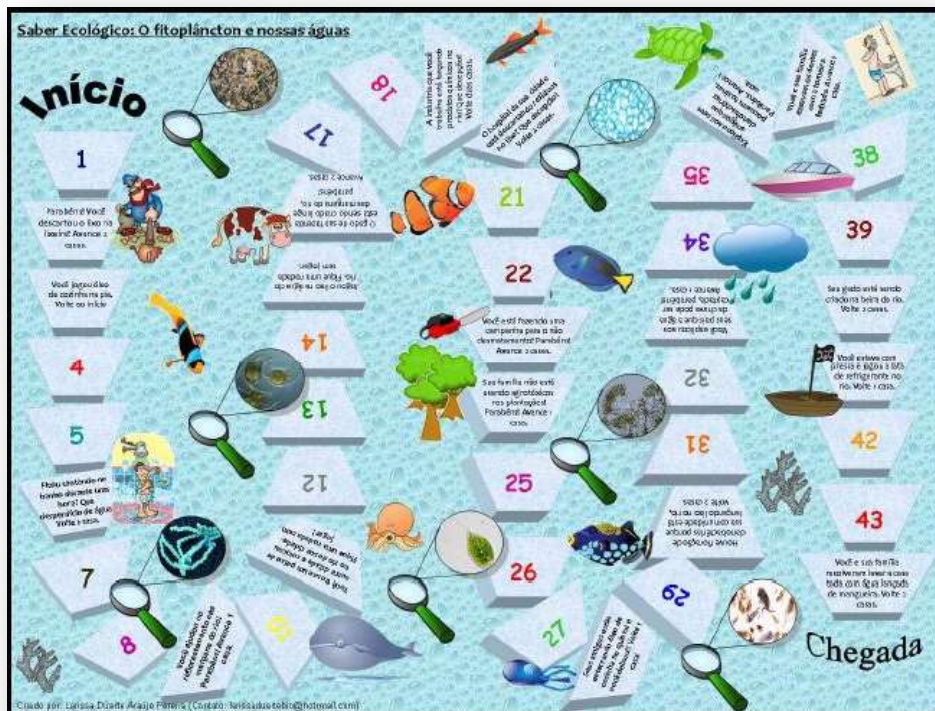


Figura 47. Tabuleiro do jogo “Saber Ecológico: O fitoplâncton e nossas águas”



Figura 48. Exemplo de cartas usadas no jogo



Figura 49. Alunos jogando “Saber Ecológico: O fitoplâncton e nossas águas”



Figura 50. Tabuleiro do jogo biodiversidade em um copo d'água



Figura 51. Representação de ecossistemas no jogo biodiversidade em um copo d'água: a) ecossistema equilibrado, b) ecossistema poluído

6.1. Projeto Pescadores do Saber

Iniciado em 2011, o Projeto Pescadores do Saber foi executado por meio de uma parceria do Laboratório de Ecologia de Peixes da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com o Programa Peixe Vivo da Cemig. O objetivo foi estimular a curiosidade e observação dos ambientes aquáticos continentais, por meio de práticas educativas junto às escolas públicas de

Lavras/MG e região. O público alvo eram crianças do I Ciclo do Ensino Fundamental (1º ao 5º ano), com idade entre 6 e 11 anos. O trabalho foi realizado durante todo o ano letivo, em visitas quinzenais às turmas escolares.

O projeto teve como objetivos: sensibilizar a comunidade a partir da conscientização de problemas ambientais locais; fornecer subsídios para o conhecimento dos componentes e mecanismos que regem os sistemas naturais, estimulando a curiosidade e observação da natureza. Em especial, informar sobre aspectos relacionados à conservação de rios e riachos da região, bem como sua fauna de peixes associada, abordando a grande importância da água para a vida; despertar nos indivíduos sua responsabilidade social, sendo eles protagonistas da mudança do meio ambiente; contribuir para o desenvolvimento da cidadania consciente e participativa e da ética ambiental.

Em aulas de 50 minutos, foram abordados os seguintes conjuntos temáticos: água e bacia hidrográfica, energia elétrica, lixo e esgoto, biodiversidade aquática e relações com a natureza, tendo o peixe como foco central no aprendizado. Ao final dos anos letivos, foi observado um ótimo retorno por parte dos alunos e suas famílias, que relataram já terem adquirido novos hábitos ligados à preservação do meio ambiente. Em 2012, o Projeto participou do Dia Mundial do Meio Ambiente que aconteceu em Lavras. O Projeto Pescadores do Saber encerrou em 2013 e, como resultado, atendeu quatro escolas do município de Lavras (MG) e uma do município de Ribeirão Vermelho (MG), alcançando um público escolar de 1.123 alunos.

Ano	Escolas	Nº turmas	Nº alunos
2011	E. E. Cristiano de Souza E. E. Firmino Costa	16	377
2012	E. E. Tiradentes E. M. Manuel Pereira Ramalho*	17	384
2013	E. M. Itália Cautieiro Franco	15	362
TOTAL	5 escolas	48	1123

Tabela 4. Escolas, número de turmas e de alunos atendidos durante os três anos do Projeto

Pescadores do Saber

E. E.= Escola Estadual; E. M.= Escola Municipal; * Escola localizada no município de Ribeirão Vermelho.



Figura 52. Alunos sendo atendidos pelo Projeto Pescadores do Saber

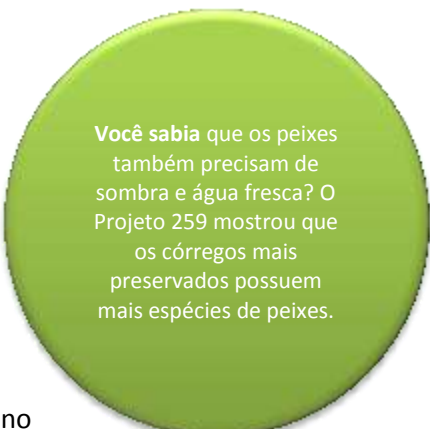


Figura 53. Alunos sendo atendidos pelo Projeto Pescadores do Saber

7. Programas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

O Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Cemig visa incentivar a busca constante por inovações e fazer frente aos desafios tecnológicos do setor elétrico. Neste contexto, a Lei 9.991, de julho/2000, estabelece que concessionárias e permissionárias de distribuição, geração e transmissão de energia elétrica apliquem anualmente parte da sua receita operacional líquida no

Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor de Energia Elétrica, regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). O Programa de P&D da Cemig existe há mais de dez anos e já possuía em 1999, antes mesmo da Lei 9.991, um portfólio de sete projetos que totalizavam R\$ 680 mil de investimento. Além do programa regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel, a Cemig capta recursos de outras fontes de financiamento, tais como, Finep, Fapemig, Funttel, dentre outras para ampliar o investimento em pesquisa.



Você sabia que os peixes também precisam de sombra e água fresca? O Projeto 259 mostrou que os córregos mais preservados possuem mais espécies de peixes.

Os P&Ds são instrumentos de gestão que permitem ou possibilitam a Cemig identificar oportunidades de melhoria e implantar inovações referenciadas pelas melhores práticas reportadas no mundo. O objetivo é estabelecer parcerias com centros de pesquisa para desenvolver práticas que a posicionem em situação de maior segurança, diante dos múltiplos cenários de riscos prováveis relativos às questões ambientais. Os resultados destas pesquisas são fundamentais na busca de inovações metodológicas e soluções para adaptações e mitigações dos impactos causados pelo empreendimento, objetivando a minimização dos riscos ambientais e a promoção da biodiversidade, buscando uma gestão sustentável dos recursos hídricos.

Transposição de peixes e estudos migratórios

Muitos são os projetos executados em parceria com universidades visando avaliar o comportamento migratório e a genética das espécies de peixes. Estes estudos, além de proporcionarem a criação de um banco de dados ainda favorecem a avaliação de necessidade de implantação de Sistemas de Transposição de Peixes (STP) nas usinas do Grupo Cemig. A partir da Lei nº 12.488 de 1997, que obriga a implantação de mecanismo para transpor peixes em usinas do estado de Minas Gerais, várias parcerias com instituições de pesquisa foram

formadas para estudar migração e reprodução das espécies. Por meio de técnicas de marcação e recaptura dos exemplares ou ainda procedimentos avançados como a telemetria, é possível avaliar o comportamento migratório dos peixes e verificar se há reprodução na área de estudo. O conhecimento da capacidade natatória das espécies de interesse também favorece a implantação de um STP mais eficiente, o que pode ser obtido por testes em laboratório ou no campo. Importante ressaltar que o P&D 094, finalizado em 2006, comprovou que não seria necessária implantação de mecanismo de transposição de peixes na UHE Gafanhoto, mostrando a relevância de estudos como este.

- P&D 040 – Transposição de peixes em reservatórios hidrelétricos: comportamento e mortalidade
- P&D 082 – Motorização de escadas de peixes



Figura 54. Projeto experimental de escada para peixes

- P&D 094 – Diversidade da ictiofauna como modelo para avaliar a construção do sistema de transposição para peixes e impacto de peixes exóticos em reservatórios.



Figura 55. Amostragem de alevinos em lagoas marginais



Figura 56. Usina de Gafanhoto

- P&D200 - Desenvolvimento de tecnologia para avaliação de características natatórias da ictiofauna migradora brasileira.



Figura 57. Separação dos exemplares para marcação

- P&D 483 – Migração, sítios de desova e desenvolvimento inicial de duas espécies potencialmente migradoras do rio Jequitinhonha: subsídios para avaliação da necessidade de transposição na UHE Irapé.



Figura 58. Testes com equipamentos para rastreamento dos peixes



Figura 59. Equipamentos para processamento das informações da telemetria

- P&D 455 - Desenvolvimento de tecnologia aplicada à manutenção do estoque pesqueiro de populações nativas de espécies migradoras na região de influência da UHE Três Marias: estudo genético e de migrações reprodutivas.



Figura 60. Instalação das antenas receptoras

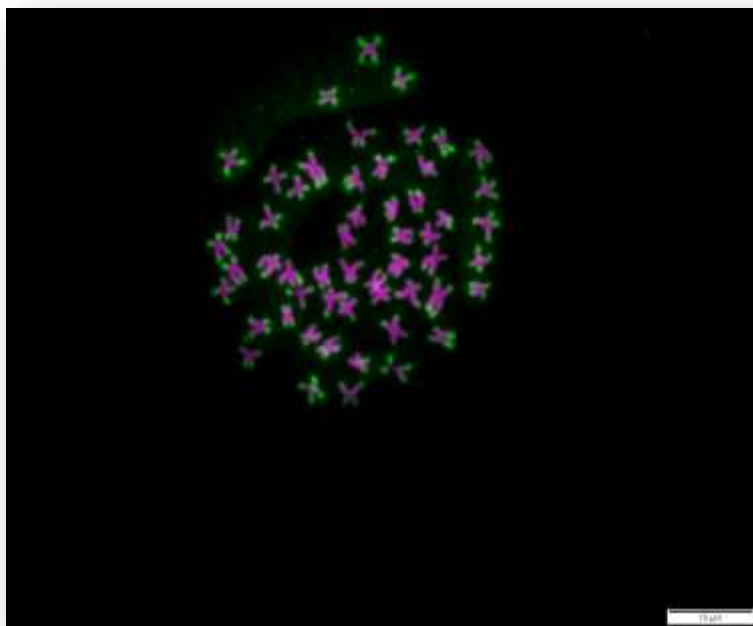


Figura 61. Cromossomos de peixes marcados para visualização

Riscos da operação das usinas hidrelétricas

A proteção da ictiofauna na construção e operação de usinas hidrelétricas é uma das questões ambientais mais importantes para a administração da Cemig. Implementar soluções que efetivamente assegurem a proteção da ictiofauna tem exigido grande conhecimento sobre o comportamento dos peixes a jusante e montante das usinas. Além disso, a adequação dos procedimentos internos também é essencial para garantir a realização de manobras como parada/partida de unidades geradoras sem desencadear morte de peixes e reduzir os potenciais efeitos negativos do controle da vazão a jusante. Assim, a Cemig investiu e continua investindo, com recursos próprios e provenientes da Aneel, em diversos projetos de pesquisa com o objetivo de minimizar os impactos da operação das usinas sobre os peixes e garantir segurança ambiental na realização de manobras para manutenção. A implementação de grades anti-cardumes na Usina de Três Marias, por exemplo, tem evitado a entrada de peixes na sucção. Desde a sua utilização não se observou morte de peixes superior a 10 kg em partidas de máquina, ou seja, há uma redução na biomassa de peixes afetada durante manobras nas usinas.

Você sabia que: A telemetria consiste no rastreamento de peixes por meio de uma antena que recebe os sinais enviados pelo transmissor dentro da barriga do peixe.

- P&D 041 – Impactos de grupos geradores sobre a ictiofauna
- P&D 080 – Estudos de barreiras elétricas para impedimento de entrada de peixes em turbinas hidráulicas



Figura 62. Protótipo do canal de fuga



Figura 63. Estrutura do canal experimental

- P&D 142 – Modos operativos de usinas hidrelétricas que minimizem o impacto sobre a ictiofauna



Figura 64. Estrutura experimental para realização de testes em laboratório



Figura 65. Estrutura experimental para realização de testes em laboratório

- P&D203 – Desenvolvimento de metodologia de determinação de vazão ecológica por bioindicadores



Figura 66. Armadilha usada para coleta de macroinvertebrados bentônicos

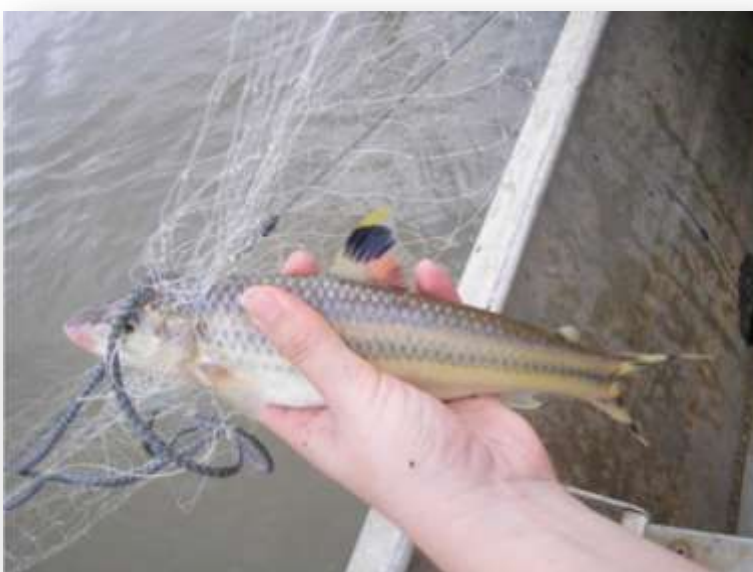


Figura 67. Peixes amostrados com redes de emalhar

- Projeto 229 – Avaliação de risco de morte de peixes em usinas da Cemig



Figura 68. Soltura dos peixes após captura e biometria



Figura 69. Monitoramento prévio utilizando tarrafas

- Projeto 334 – Comportamento de peixes a jusante de barragens



Figura 70. Registro dos dados obtidos em campo



Figura 71. Marca utilizada nos peixes para rastreamento

- Projeto 985 – Validação de protocolos de proteção para peixes em usinas da Cemig



Figura 72. Monitoramento dos peixes a jusante das barragens



Figura 73. Monitoramento dos peixes com tarrafas

- Projeto de instalação de grades anti-cardume na UHE Três Marias



Figura 74. Grades anti-cardume na UHE Três Marias



Figura 75. Inserção das grades anti-cardume na UHE Três Marias

Peixamento

O repovoamento é uma medida utilizada para mitigar o impacto de barramentos em rios. No Brasil, ele vem sendo empregado desde 1970 para, primariamente, restaurar, manter ou aumentar a produção pesqueira. Porém, ainda pouco se conhece sobre a eficiência desta medida, já que não há estudos que comprovem a sobrevivência das matrizes soltas nem a variabilidade genética destes peixes. Dessa forma, a Cemig tem investido em parcerias com universidades e centros de pesquisa para compreender a eficácia dos peixamentos e definir sobre a continuidade desta ação como mitigadora de impactos ambientais. Utilizando marcação e recaptura dos exemplares para estudo das populações e marcadores moleculares para análise genética tem-se aumentado o conhecimento das espécies comumente usadas em eventos de repovoamentos, favorecendo a soltura de exemplares mais resistentes e que contribuam para a variabilidade genética das populações selvagens. Importante ressaltar que em 2013 foi registrado junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI, um pedido de patente, sobre método para determinação de paternidade de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) fruto do P&D345.

- P&D 208 – Desenvolvimento de técnicas de reprodução e larvicultura de Siluriformes na Estação de Piscicultura de Volta Grande.



Figura 76. Captura de matrizes nos tanques para reprodução



Figura 77. Coleta de ovócitos de fêmea para reprodução na estação de piscicultura

- P&D 345 – Desenvolvimento de ferramentas moleculares (DNA) para monitoramento ambiental de peixes e plantéis de piscicultura.



- P&D 549 – Programa de repovoamento de peixes da Estação de Piscicultura de Volta Grande: avaliação proteômica e genômica de *Prochilodus lineatus*.
- Projeto 274 - Avaliação da eficácia de repovoamento nas represas de Nova Ponte e Volta Grande.



Figura 80. Marcação dos peixes



Figura 81. Soltura dos alevinos

Conservação

O represamento da água é um fator que determina alterações nas suas características físicas, químicas e biológicas e direciona a implementação de ações para avaliá-las e monitorá-las com vistas a promover o uso sustentável dos recursos, conciliando e otimizando fatores de aproveitamento e produção em uma perspectiva mais integrada de apropriação dos recursos, sem prejuízo da economia e minimizando a degradação ambiental.

Neste sentido, alguns projetos da Cemig têm avaliado a qualidade ambiental dos reservatórios das usinas, por meio de metodologias inovadoras, que contribuem para ampliar as abordagens adotadas na avaliação e monitoramento dos corpos de água e inovar as tecnologias de apoio ao gerenciamento dos recursos hídricos e os enfoques no trato dos problemas associados aos usos desses recursos.

Todos os projetos apresentados a seguir exploram áreas pouco conhecidas, adotam técnicas e estratégias utilizadas internacionalmente.

- Projeto 259 – Desenvolvimento de índices de integridade biótica para avaliação de qualidade ambiental e subsídios para restauração de habitats em áreas de soltura de alevinos.



Figura 82. Coleta de bancos de folhas para análise de macroinvertebrados bentônicos



Figura 83. Coleta dos peixes com rede de arrasto

- Projeto 191 – Subsídios para conservação e manejo da ictiofauna da bacia do rio Jequitinhonha.



Figura 84. Surubim do Jequitinhonha



Figura 85. Uso das redes de emalhar para amostragem dos peixes

- P&D 550 - Desenvolvimento de metodologia de avaliação da viabilidade de descomissionamento de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH).
- P&D 477 - Variações espaciais de médio prazo e índice de assembleias de peixes para reservatórios como indicadores da qualidade do habitat em empreendimentos hidrelétricos da Cemig, em Minas Gerais.



Figura 86. Coleta de peixes do P&D 477



Figura 87. *Leporinus friderici*

- P&D 478 - Índices de Integridade Biótica, baseados em Lógica Fuzzy, como Indicador de Qualidade da Água, para o estado de Minas Gerais.



Figura 88. Software desenvolvido no P&D 477 utilizando conceitos de lógica Fuzzy

- P&D 479 - Utilização de Índice de Integridade Ecológica para Classificar a Qualidade de Ambientes Aquáticos de Minas Gerais.



Figura 89. Coleta no reservatório da PCH Cajuru



Figura 90. Coleta no rio das Velhas



Figura 91. Herborização de amostras das comunidades vegetais

- P&D 481 - Desenvolvimento de Índices de Integridade Biótica: peixes de riachos como indicadores de qualidade de água em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos da Cemig em Minas Gerais.



Figura 92. Coleta de peixes - P&D 481



Figura 93. Coleta de peixes - P&D 481

- P&D 485 - Pesquisa e Controle da Qualidade das Águas do Programa de Revitalização do Rio São Francisco.



Figura 94. Construção do barco pesquisa



Figura 95. Rio São Francisco na cidade de Pirapora

- P&D 486 - Pesquisa e Controle da Qualidade das Águas do Programa de Revitalização do Rio Grande.



Figura 96. Macrófitas no reservatório da UHE Volta Grande



Figura 97. Reservatório da UHE Volta Grande

- P&D 487 - Desenvolvimento de Índices de Integridade Biótica: macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos da Cemig, em Minas Gerais.



Figura 98. Aplicação do protocolo de avaliação de habitats físicos



Figura 99. Medição de variáveis físico-químicas

Cianobactérias

A eutrofização dos ambientes aquáticos é causada principalmente por atividades antrópicas e a evolução do grau de trofia tem impactos diretos na estrutura das comunidades e nas condições de saúde dos ambientes.

Uma das consequências da eutrofização é a proliferação de cianobactérias formando florações. O aumento de biomassa algal pode causar problemas como depleção de oxigênio e subsequente morte de peixes, mau cheiro e água impalatável. Os problemas mais sérios, porém, estão associados ao fato que algumas espécies de cianobactérias podem produzir toxinas, sendo as principais classificadas como hepatotoxinas, neurotoxinas, citotoxinas e dermatotoxinas.

Curiosidade: As cianobactérias do gênero *Spirulina* spp. são utilizadas na indústria alimentícia na composição de suplementos, por possuírem alta concentração de vitaminas e minerais.

- P&D 037 - Problemas causados pela qualidade de água na manutenção de usinas hidrelétricas - Subprojeto 3 - O aporte de fósforo e a presença de cianobactérias no reservatório de São Simão.

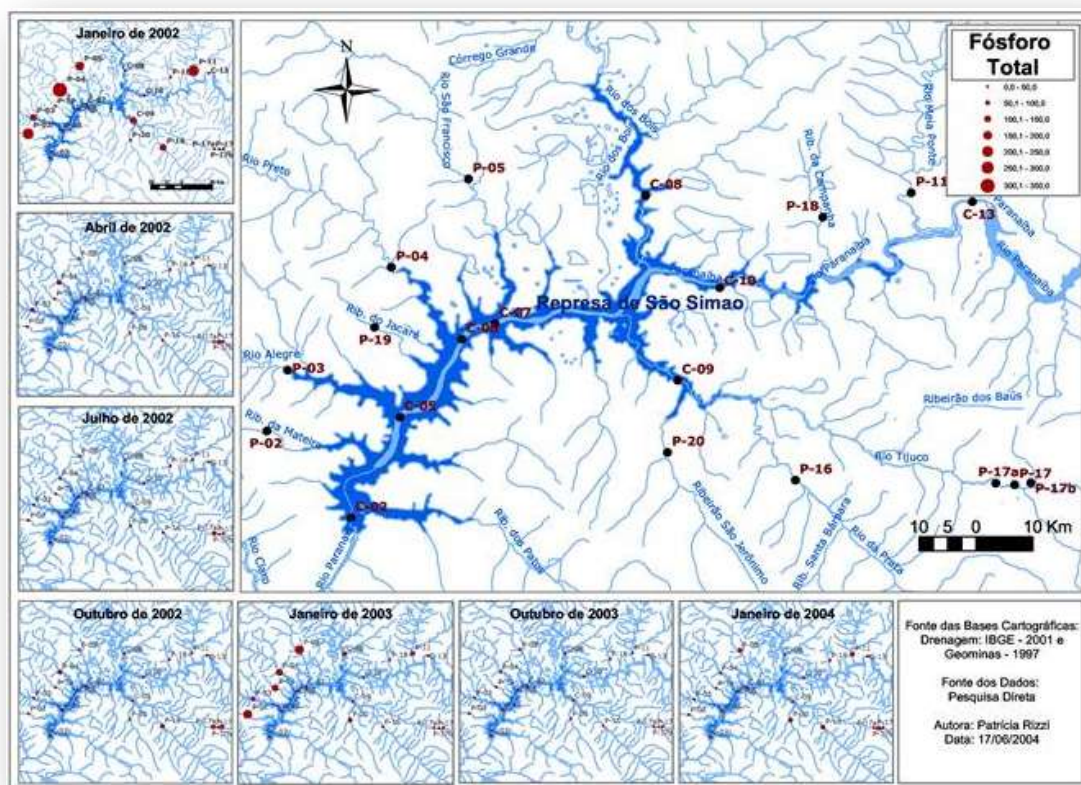


Figura 100. Pontos de coleta no reservatório da UHE São Simão

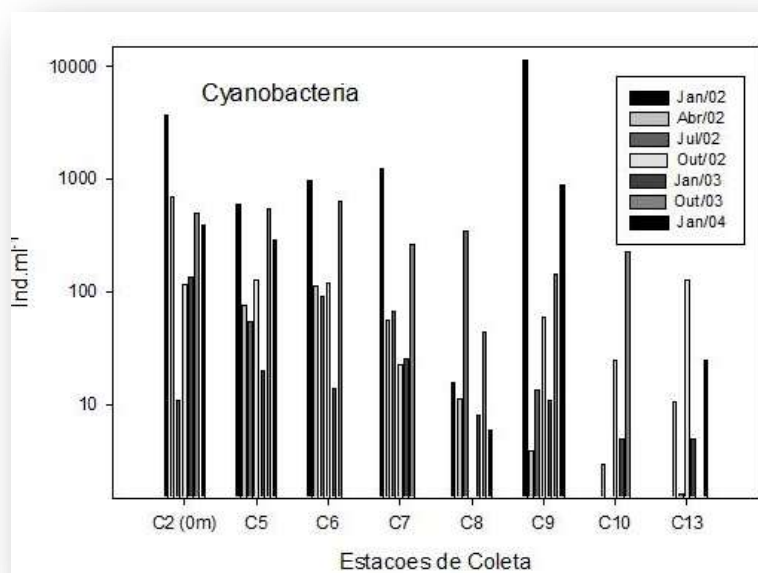


Figura 101. Densidade de cianobactérias nas estações de coleta da UHE São Simão



Figura 102. Floração de cianobactérias na UHE São Simão

- P&D 346 - Desenvolvimento de novas metodologias para avaliação da distribuição espaço-temporal de cianobactérias e cianotoxinas e seus efeitos deletérios em peixes e população humana no reservatório de Volta Grande.

Você sabia: Que a fervura da água não remove ou destrói as toxinas de cianobactérias?

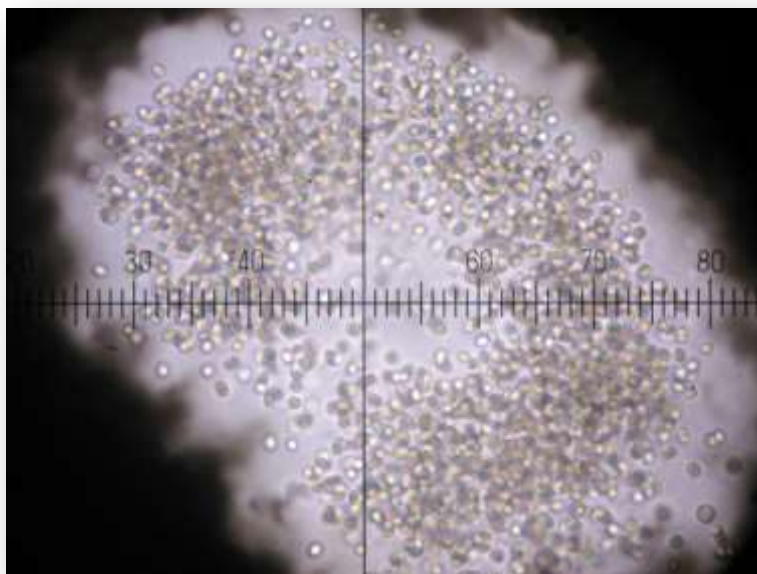


Figura 103. *Microcystis protocystis*

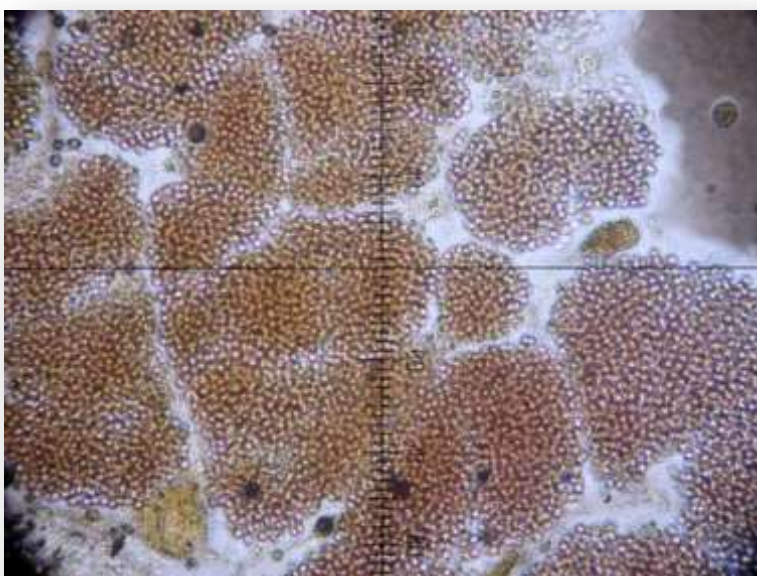


Figura 104. *Microcystis ichthyoblabe*

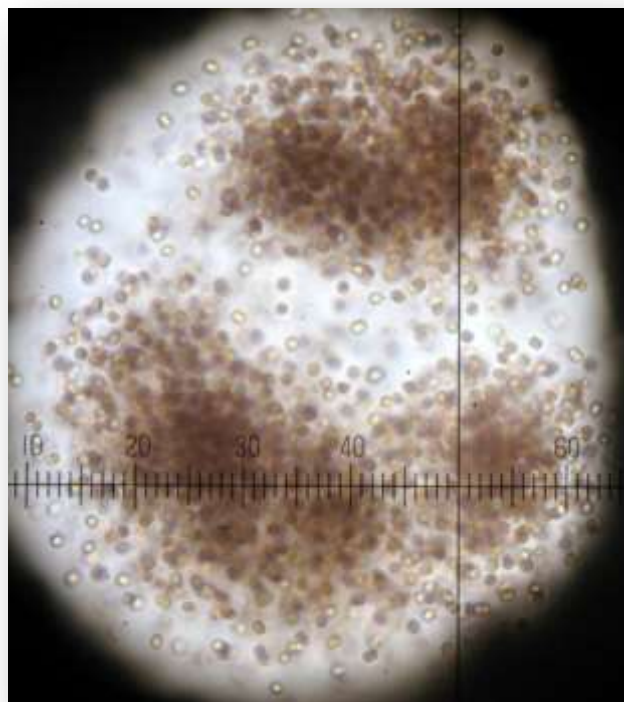


Figura 105. *Microcystis novacekii*



Figura 106. *Microcystis aeruginosa*

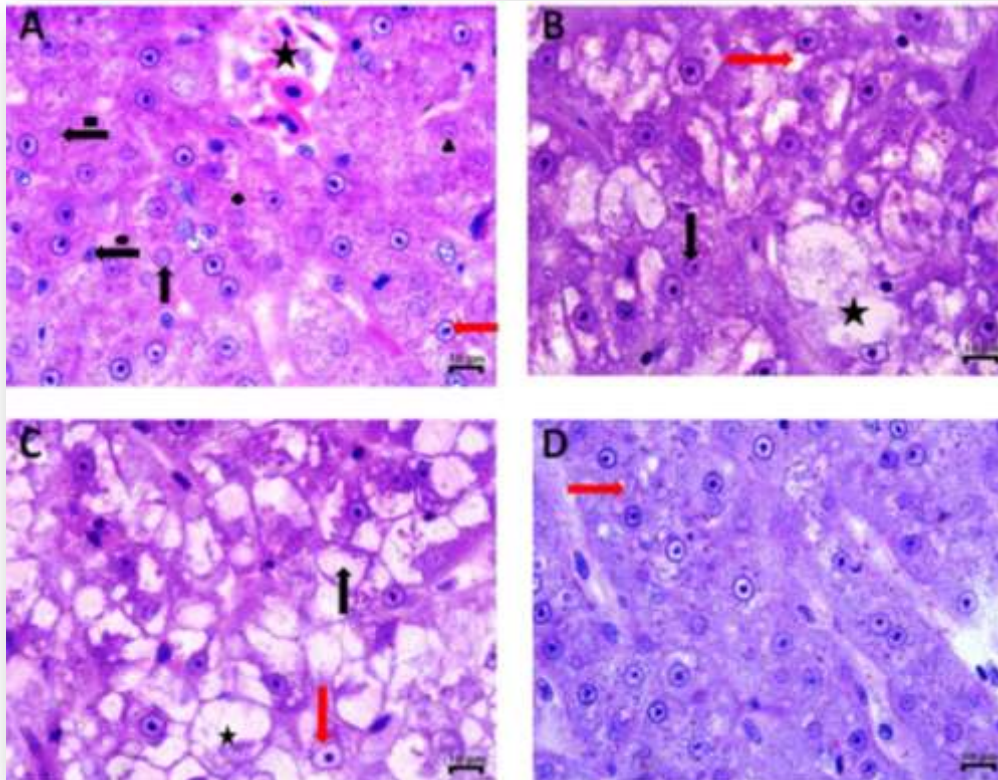


Figura 107. Histopatologias hepáticas de *Leporinus friderici* coletados no reservatório UHE de Volta Grande (danos moderados a severos)

A: Congestão sanguínea e degeneração nuclear; **B:** Degeneração citoplasmática e deformação do contorno nuclear; **C:** Hipertrofia celular e hipertrofia nuclear (seta vermelha); **D:** Grânulos eosinófilos (seta vermelha).

Espécies invasoras

As invasões biológicas estão entre os piores problemas ecológicos da atualidade, considerados pela IUCN (International Union for Conservation of Nature) a segunda maior fonte de perda da biodiversidade no planeta.

Em face desta informação é importante destacar que a conservação da biodiversidade não é apenas uma questão de salvamento das espécies e seus habitats. Ela envolve uma combinação de fatores relacionados aos ecossistemas naturais e a

Você sabia que: A International Maritime Organization, da ONU, estimou que cerca de 2.214 espécies haviam sido introduzidas em novos ecossistemas no período de 1980 a 1998, por meio da água de lastro. No Brasil, a água de lastro foi responsável pelo transporte de larvas do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*), vindo de regiões da Ásia.

sociedade humana, tornando-se uma prática extremamente complexa. Conservar efetivamente a biodiversidade de uma região requer, portanto, estratégias que integrem o seu conhecimento e os fatores que a ameaçam, bem como a identificação de soluções inovadoras para os problemas ambientais.

Uma das espécies exóticas que a Cemig nos últimos anos tem direcionado seus esforços para combater é o *Limnoperna fortunei*, popularmente conhecido como mexilhão dourado. A espécie vem afetando a integridade das comunidades naturais, devido a sua elevada adaptabilidade e ausência de predadores naturais.

Por meio dos projetos de Pesquisa e Desenvolvimento foram iniciados os estudos acerca desta espécie. No P&D132, buscou-se conhecer a biologia do mexilhão, pois existia uma lacuna do conhecimento deste organismo no Brasil. Por meio do P&D343, foi criado o Centro de Bioengenharia de Espécies Invasoras de Hidrelétricas - CBEIH, que busca soluções para amenizar os impactos ecológicos, industriais e econômicos causados por espécies invasoras. O Centro atua nas frentes de controle, prevenção e conhecimento. Este projeto tem alcançado resultados inovadores, como o Programa de Detecção Rápida e Resposta Imediata (DRRI) que é baseado no programa de Early Detection do Bureau of Reclamation², instituto do Governo Federal Norte-Americano responsável pelo combate às espécies invasoras nos EUA.

- P&D 132 - Desenvolvimento de metodologia e pesquisas no ecossistema e em plantas de usinas hidrelétricas para controle do mexilhão dourado.



Figura 108. Indivíduo adulto de *Limnoperna fortunei* – mexilhão dourado

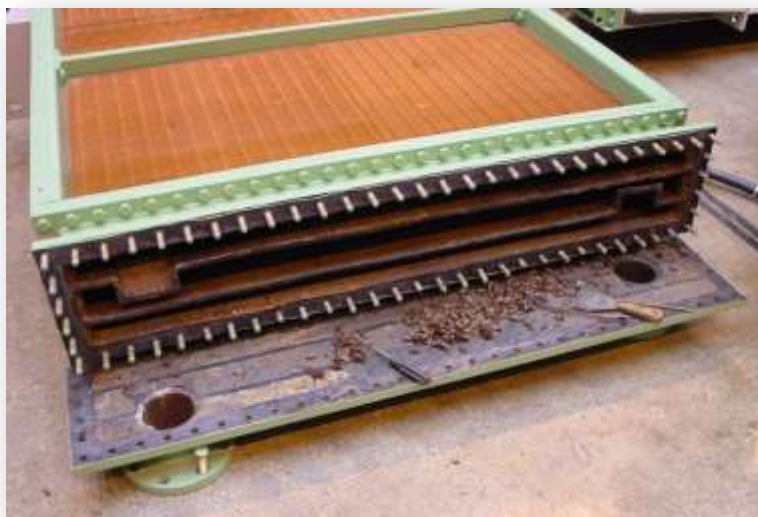


Figura 109. Limpeza manual do trocador de calor com a presença de indivíduos de *L. fortunei*

- P&D 343 - Controle do mexilhão dourado: bioengenharia e novos materiais para aplicações em ecossistemas e usinas hidrelétricas.

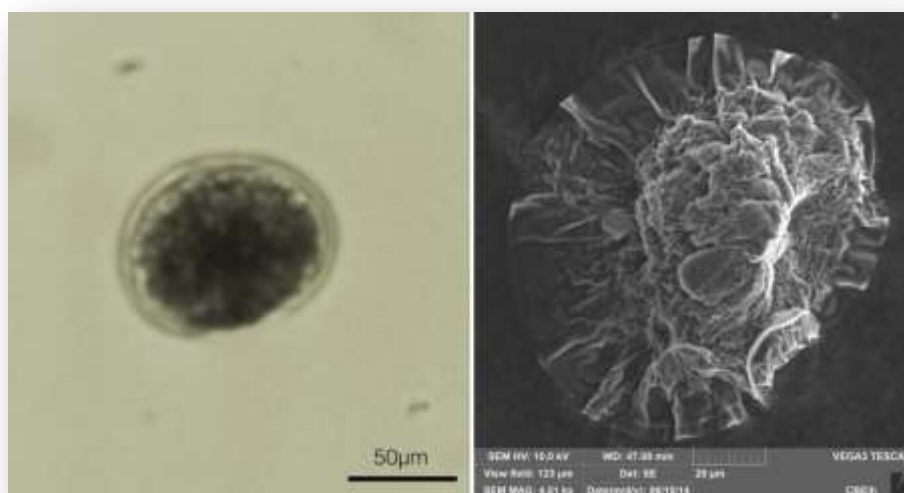


Figura 110. Microscopia óptica e eletrônica de varredura de larvas detectadas nas amostras coletadas em usinas e reservatórios



Figura 111. Diagrama geral do CBEIH



Figura 112. Adulto de *L. fortunei* coletado no rio Paranaíba a jusante da UHE São Simão

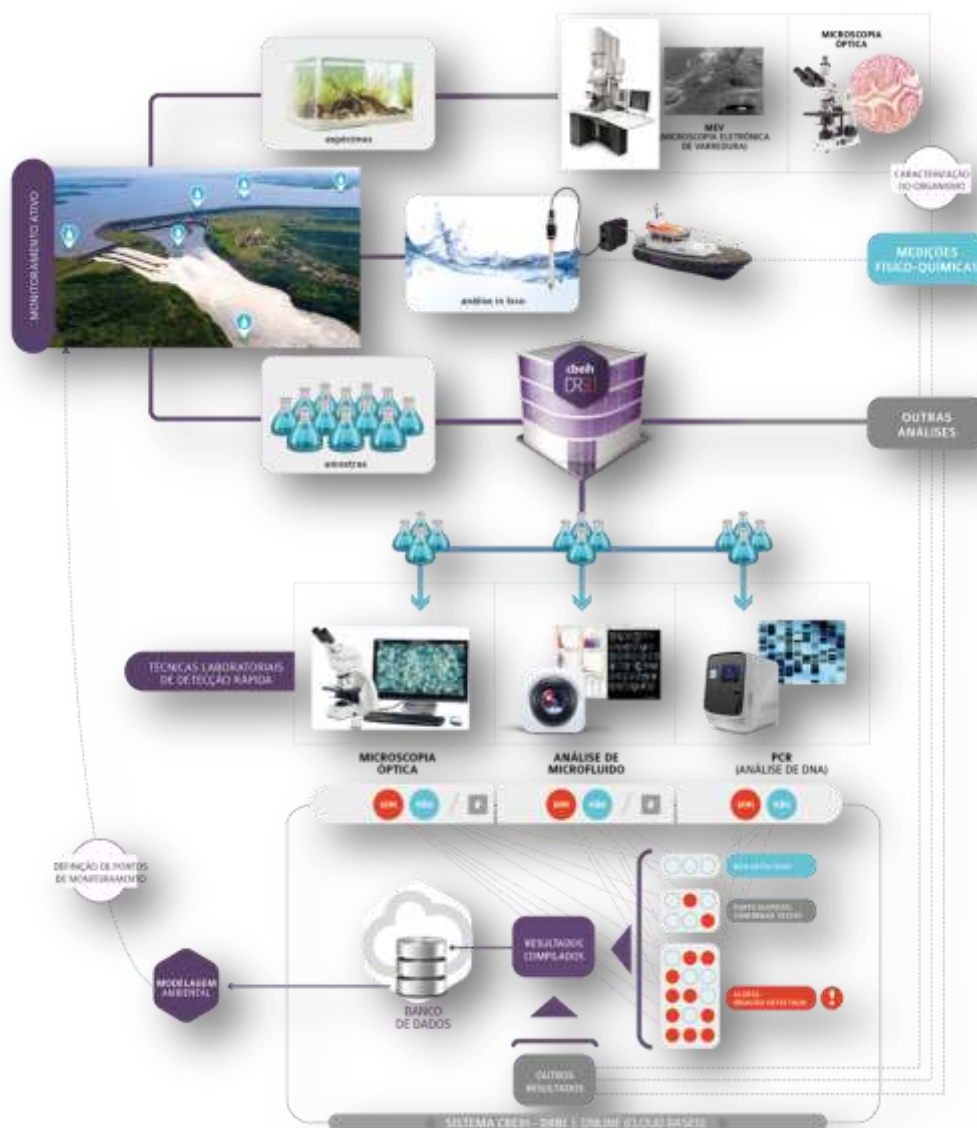


Figura 113. Diagrama geral do programa de Detecção Rápida e Resposta Imediata

Conservação de flora

A vegetação no entorno dos corpos d'água é de fundamental relevância para a conservação dos recursos hídricos e apresentam um conjunto de funções ecológicas extremamente relevantes para a qualidade de vida, especialmente, das populações humanas locais e da bacia hidrográfica, sendo fundamentais para a conservação da diversidade de animais e plantas nativas da região, tanto terrestres como aquáticos. As matas ciliares influenciam na qualidade da água, na regulação do regime hídrico, na estabilização de margens do rio, na redução do

assoreamento da calha do rio e são influenciadas pelas inundações, pelo aporte de nutrientes e pelos ecossistemas aquáticos que elas margeiam (Castro Dilton, 2012).

O código florestal brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012) determina a obrigatoriedade da preservação da vegetação nativa situada às margens dos rios, nascentes, lagos e represas, visando atenuar a erosão do solo, formar faixa de proteção ao longo dos recursos hídricos, proteger fauna e flora de valor científico ou histórico e assegurar condições de bem-estar público.

Você sabia que: As matas ciliares são consideradas pelo Código Florestal Brasileiro como Áreas de Preservação Permanente (APP).

Em face da importância da vegetação para os recursos hídricos os projetos de P&D citados a seguir tratam da recuperação, preservação e conservação da flora, bem como de avaliar a efetividade das revitalizações que vem sendo realizadas pela Cemig ao longo dos anos.

- P&D 484 – Efetividade e sustentabilidade das matas ciliares do reservatório de Volta Grande na conservação de processos ecológicos e biodiversidade.



Figura 114. Visão de parte da mata ciliar da UHE Volta Grande



Figura 115. Monitoramento da ornitofauna – UHE Volta Grande

- P&D 456 – Modelo fitogeográfico como base para revitalização das áreas de preservação permanente da bacia do rio Grande.



Figura 116. Monitoramento de flora – Bacia do rio Grande



Figura 117. Monitoramento de flora – Bacia do Rio Grande

- P&D 551 – Caracterização de ecossistemas de referência e implantação de modelos de recuperação de áreas degradadas na RPPN Fartura.
- P&D 365 – Manejo Integrado da Vegetação.
- P&D 196 – Desenvolvimento de metodologias para revegetação e recobrimento vegetativo no controle de erosão em taludes de corte de declividade acentuada

Você sabia que: O equilíbrio ecológico só é possível, de fato, com o manejo adequado das florestas e matas e preservação do meio ambiente.

Outros

- P&D 198 - Avaliação ambiental do rio Paraibuna a jusante do reservatório da PCH de Paciência, após as descargas de fundo.

Este projeto foi finalizado em 2013 e desenvolveu pesquisa para avaliar, com o uso de traçadores e técnicas correlatas, os impactos ambientais físicos, tais como, advecção, dispersão e taxa de decantação do despejo de descarga de fundo nos cursos d'água a jusante do reservatório da PCH Paciência, no rio Paraibuna. Além de avaliar o impacto ambiental nos seus aspectos biológicos, usando como bioindicador a comunidade aquática zoobentônica presente no trecho.



Figura 118. Aplicação dos traçadores para avaliação da descarga de fundo da PCH Paciência



Figura 119. Água corada com traçadores a jusante da PCH Paciência

- P&D 399 - Desenvolvimento de índices georeferenciados da qualidade das águas e caracterização socioambiental da região de reservatórios em cascata: Volta Grande e Jaguará.

O pouco entendimento dos impactos ambientais de reservatórios em cascata foi o motivador deste projeto que

Você sabia que: As matas ciliares cumprem a importante função de corredores para a fauna, pois permitem que animais silvestres possam deslocar-se de uma região para outra, tanto em busca de alimentos como para fins de acasalamento.

procura desenvolver indicadores para melhor gestão desses impactos. Esses indicadores devem refletir as condições socioambientais da região.

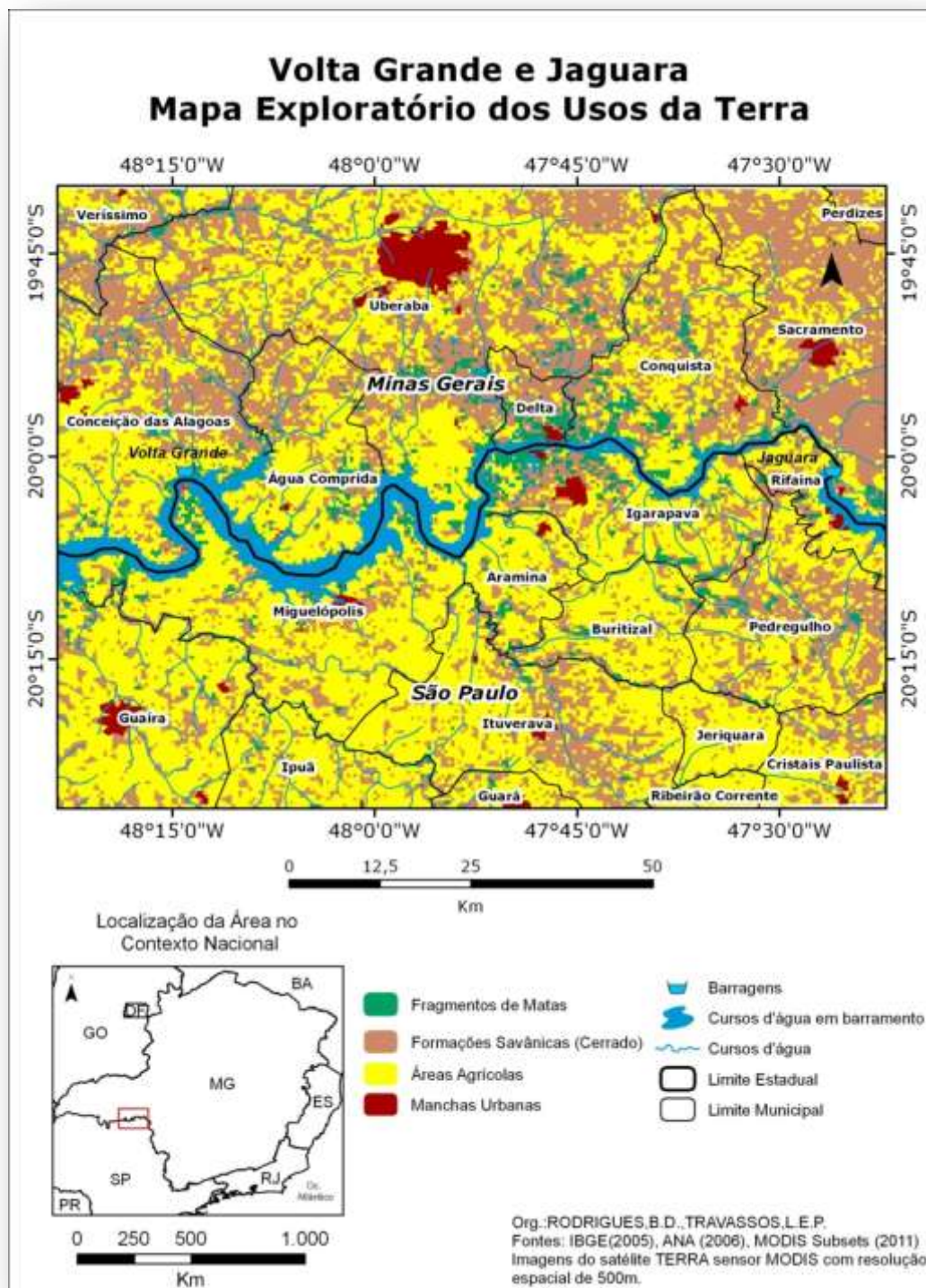


Figura 120. Mapa exploratório dos usos da terra dos reservatórios de Volta Grande e Jaguará

- P&D 402 - Aplicação de métodos quimiométricos multivariados no gerenciamento de bacias hidrográficas.

O Siságua, banco de dados de qualidade da água da Cemig, que é uma das evidências dentro do Dow Jones, tem um papel fundamental dentro desse projeto, que desenvolve algoritmos para análise dos dados armazenados no Siságua, que será integrado a um software de estatística R para realização do BI (*Bussiness Intelligence*) do sistema. Essa inovação na análise de dados, inclusive com a automatização dos gráficos gerados, trará para Cemig maior agilidade de resposta aos órgãos ambientais e à sociedade.

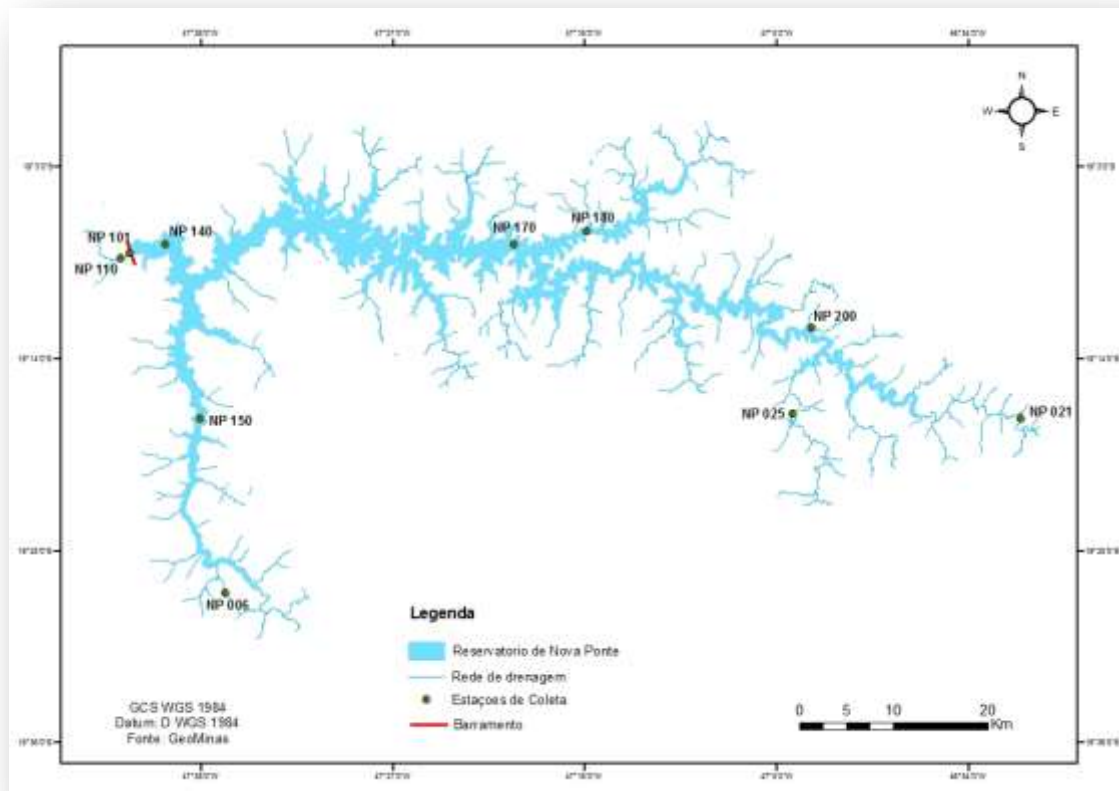


Figura 121. Estações de coleta avaliadas no reservatório de Nova Ponte

7.1. Produção científica

Ressalta-se a importância dos estudos realizados nos P&Ds para o conhecimento, conservação e recuperação da biodiversidade. São contabilizados na tabela abaixo todos os envolvidos direta ou indiretamente com as pesquisas realizadas bem como a produção científica gerada a partir dos P&Ds financiados pela Cemig. O número de colaboradores inclui estudantes de graduação (iniciação científica), mestrado e doutorado, além dos pesquisadores que coordenam e atuam nos projetos. A formação de recursos humanos é um pilar de extrema relevância para a Cemig uma vez que os alunos envolvidos nestes projetos estarão futuramente desenvolvendo estudos científicos na área, atuando em órgãos ambientais, ONGs e empresas.

Produção Científica	
Pesquisa	Total
Iniciação científica (alunos)	97
Mestrado (alunos)	45
Doutorado (alunos)	21
Pesquisadores	172
Produção científica	99
TOTAL	317

Tabela 5. Total de produção científica levada a cabo nos projetos de P&D da Cemig/ANEEL

7.2. P&Ds em números

Número do P&D	Investimento	Área onde o estudo é desenvolvido	Instituições parceiras	Status
345	R\$ 459.050,37	Estação de Piscicultura de Volta Grande	UFSJ	Em andamento
549	R\$ 1.095.197,11	UHE Volta Grande	UFMG, UFV e UFVJM	Em andamento
550	R\$ 1.447.611,98	PCH Pandeiros	UFLA, UFMG, Unimontes e UFPEL	Em andamento
483	R\$ 2.316.858,95	UHE Irapé	Fundação Biodiversitas, LAPAD/UFSC, UFT e UFSJ	Em andamento
985	R\$ 4.092.905,48	UHEs Amador Aguiar II, Camargos, Emborcação, Funil, Itutinga e Três Marias e a PCH Pai Joaquim	UFMG	Em andamento
334	R\$ 1.771.046,00	UHE Três Marias	UFLA, UFMG e CEFET-MG	Em andamento
274	R\$ 1.999.968,73	UHEs Jaguará e Volta Grande	UFMG, UFV, UFSCar e UFSJ	Em andamento
191	R\$ 793.938,60	UHE Irapé	Unimontes, PUC Minas e UEL	Em andamento
Grades anti-	R\$ 6.636.850,20	UHE Três Marias	-	Em andamento

cardumes				
343	R\$ 6.361.230,03	-	CETEC	Em andamento
399	R\$ 2.933.158,80	UHEs Jaguará, Volta Grande e Igarapava	PUC Minas	Em andamento
402	R\$ 1.340.779,47	-	UFMG	Em andamento
477	R\$ 790.231,85	UHEs Volta Grande e Nova Ponte	PUC Minas	Em andamento
479	R\$ 3.058.770,50	PCHs Peti e Cajuru	SENAI FIEMG	Em andamento
481	R\$ 339.902,39	UHEs Nova Ponte, Três Marias, Volta Grande e São Simão	UFLA	Em andamento
485	R\$ 2.629.438,00	Bacia do Rio São Francisco	UNESCO-HidroEX	Em andamento
486	R\$ 1.674.303,90	UHE Volta Grande	UNESCO-HidroEX	Em andamento
487	R\$ 2.997.357,84	UHEs Nova Ponte, Três Marias, Volta Grande e São Simão	UFMG	Em andamento
484	R\$ 2.611.127,95	UHE Volta Grande	UFOP	Em andamento
456	R\$ 5.290.015,66	Bacia do Rio Grande	UFLA	Em andamento
03746	R\$ 1.060.330,74	RPPN FARTURA	UFVJM	Em andamento
365	R\$ 1.200.000,00	-	DOW AgroSciences, CGTI e Bueno&MAK	Em andamento
200	R\$ 1.389.570,33	UHEs São Simão, Marimbondo e Jaguará	UFMG	Concluído
094	R\$ 170.983,28	UHEs Gafanhoto e Volta Grande	PUC Minas	Concluído
203	R\$ 797.975,08	UHE Itutinga	UFMG, UFLA e CEFET	Concluído
142	R\$ 1.198.634,63	UHE São Simão	PUC Minas, UFMG e UNIFEI	Concluído
208	R\$ 435.243,55	UHE Volta Grande	PUC Minas e UFTM	Concluído
455	R\$ 7.512.693,36	UHE Três Marias	UFV, UFMG e UFLA	Concluído
040	R\$ 238.036,60	UHEs Volta Grande e Jaguará	PUC Minas e UFMG	Concluído
041	R\$ 70.000,00	UHE Nova Ponte	UFMG	Concluído
080	R\$ 189.810,40	-	UFMG	Concluído
082	R\$ 171.917,20	UHE Igarapava	UFMG	Concluído
229	R\$ 2.289.270,78	UHEs São Simão, Amador Aguiar II, Três Marias, Camargos, Emborcação, Itutinga e Funil, e PCH Pai Joaquim	UFMG	Concluído
259	R\$ 2.227.280,53	UHEs Nova Ponte, Três Marias, São Simão e Volta	UFMG, UFLA, CEFTE-MG, PUC Minas	Concluído

		Grande		
037	R\$ 886.997,00	UHE São Simão	CETEC, PUC Minas, UNESP e UFMG	Concluído
132	R\$ 1.200.548,74	-	CETEC	Concluído
198	R\$ 469.401,40	PCH Paciência – Rio Paraibuna	CETEC, CDTN	Concluído
346	R\$ 2.066.864,99	UHE Volta Grande	UFMG, UFSCar	Concluído
478	R\$ 1.399.974,82	-	PUC Rio	Concluído
196	R\$ 274.145,79	-	UFV e CBCN	Concluído

Tabela 6. Resumo dos P&Ds

8. Equipe responsável pela elaboração

Adieliton Galvão de Freitas

Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental
Especialista em Gestão Empresarial
Engenheiro Ambiental
Gerência de Responsabilidade Ambiental e Social

Andréa Cássia Pinto Pires de Almeida

Especialista em Gestão Ambiental
Especialista em Gestão Integrada de Território
Bióloga
Gerência de Estudos e Manejo da Ictiofauna e Programas Especiais

Bárbara Fernanda de Melo Jardim

Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Bióloga
Gerência de Estudos e Manejo da Ictiofauna e Programas Especiais

Cíntia Veloso Gandini

Mestre em Ecologia Aplicada
Bióloga
Gerência de Estudos e Manejo da Ictiofauna e Programas Especiais

Fabiana de Oliveira Gama

Bióloga
Gerência de Estudos e Manejo da Ictiofauna e Programas Especiais

Hélen Regina Mota

Mestre em Ciências Naturais
Bióloga
Gerência de Estudos e Manejo da Ictiofauna e Programas Especiais

Luciana Aparecida Magalhães

Doutora em Ciências Ambientais
Especialista em Meio Ambiente e Gestão de Recursos Hídricos
Bióloga
Gerência de Estudos e Manejo da Ictiofauna e Programas Especiais

Marcela David de Carvalho

Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental
Bióloga
Gerência de Estudos e Manejo da Ictiofauna e Programas Especiais

Rafael Augusto Fiorine

Mestre em Agricultura Tropical e Subtropical

Especialista em Análise Ambiental

Engenheiro Agrônomo

Gerência de Estudos e Manejo da Ictiofauna e Programas Especiais

Raquel Coelho Loures Fontes

Mestre em Ecologia Aplicada

Bióloga

Gerência de Estudos e Manejo da Ictiofauna e Programas Especiais

Soraya Simões Barroso

Mestre em Engenharia Nuclear

Especialista em Gestão Estratégica de Negócios

Engenheira Química

Gerência de Responsabilidade Ambiental e Social