



ANAIS do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Ouro Preto SP, 13-18 de junho de 2017 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

ANASTÁCIO, E. M. F.; et al.. Mapeamento de processos aplicado ao licenciamento espeleológico de empreendimentos ferroviários. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.515-526. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_515-526.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 34º CBE contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Mineração. Acompanhe a cooperação SBE-IBRAM em www.cavernas.org.br/sbe-ibram

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br



IBRAM 40 anos
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

MAPEAMENTO DE PROCESSOS APLICADO AO LICENCIAMENTO ESPELEOLÓGICO DE EMPREENDIMENTOS FERROVIÁRIOS

PROCESS MAPPING APPLIED TO ESPELEOLOGICAL LICENSING OF RAILWAY CONSTRUCTIONS

Emerson Marcello Ferreira ANASTÁCIO (1); Paula Durante TAGLIARI (1,2);
Alexander de Alcântara PEREIRA (1); Natália Bittencourt de Oliveira ANGARTEN (1);
André Moreira RAMOS (1)

(1) VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias S/A, Brasília DF.

(2) Universidade de Brasília, Brasília DF.

Contatos: marcello.anastacio@valec.gov.br; paula.tagliari@valec.gov.br; natalia.bittencourt@valec.gov.br.

Resumo

A experiência adquirida ao longo do licenciamento espeleológico da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL) permitiu o mapeamento de processos necessários à implantação de empreendimentos ferroviários em regiões detentoras de patrimônio espeleológico. Com este mapeamento foi possível estabelecer as atividades fundamentais à execução de obras ferroviárias, primando pelo desenvolvimento sustentável aliado a um aumento da eficiência por meio da concepção de projetos com menores interferências com cavidades, bem como do aumento da sistematização e da confiabilidade dos dados gerados. Este trabalho se dedica a apresentar o resultado do mapeamento de processos aplicado ao Licenciamento Espeleológico, cujo principal produto é um Fluxo de Atividades que se pretende aplicar a todas as instituições responsáveis pela implantação de infraestrutura de transportes na esfera pública federal.

Palavras-Chave: mapeamento de processos; licenciamento espeleológico; ferrovias; FIOL.

Abstract

The experience acquired during the speleological licensing of the Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL) allowed the mapping of processes required for the implementation of railway projects in regions with speleological heritage. After the mapping, it was possible to establish the fundamental activities for the execution of railway construction works, focusing on the sustainable development combined with an increase in efficiency through projects with lower interference with cavities, as well as increased systematization and reliability of the generated data. This work aimed to present the results of mapping process applied to Speleological Licensing, whose main product is a Flow of Activities that is intended to be applied to all institutions responsible for the implementation of transport infrastructure in the federal public sphere.

Key-words: process mapping; speleological licensing; railways; FIOL.

1. INTRODUÇÃO

O licenciamento é uma exigência legal e uma ferramenta do poder público para o controle ambiental. É, portanto, o procedimento através do qual o poder público, representado por órgãos ambientais, autoriza e acompanha a implantação e a operação de atividades que utilizam recursos naturais ou que são consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras.

Diversos empreendimentos lineares, como ferrovias e rodovias, interferem com elementos do patrimônio espeleológico e, portanto, necessitam proceder com o licenciamento ambiental. Este é o caso da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL), que interliga os municípios de Ilhéus (BA) e Figueirópolis (TO), onde estabelece ligação com a

Ferrovia Norte-Sul (FNS), por meio de 1.527 km de extensão.

A existência de cavidades naturais em regiões onde se planeja implantar obras como a FIOL requer ainda mais atenção para a preservação e conservação de cavernas e de suas respectivas áreas de influência, bem como de todo o patrimônio espeleológico associado. A manutenção destes sistemas ecológicos sensíveis e diferenciados é fundamental tanto pelo fato de serem importantes como mananciais de água subterrânea quanto pela existência de grande diversidade de fauna cavernícola.

A FIOL objetiva facilitar o escoamento de minérios, álcool e grãos, ocasionando uma redução dos custos de transporte e aumento da competitividade destas *commodities* nos mercados

interno e externo. As estimativas de carga previstas em seus Estudos Operacionais (VALEC, 2008) preveem um transporte majoritário de minério de ferro (52.244×10^3 ton, correspondendo a 79,7% do total da demanda até 2045) e, de maneira subordinada, de grãos e farelo (10.306×10^3 ton), de álcool (3.979×10^3 ton), de açúcar (841×10^3 ton) e de algodão (141×10^3 ton). Os demais produtos a serem transportados perfazem 1,5% da demanda total (1.233×10^3 ton).

Ao longo de seu percurso, a FIOL atravessa carbonatos cársticos, sobretudo na região dos municípios baianos de Santa Maria da Vitória e São Félix do Coribe, que abrigam cavidades naturais subterrâneas. Tal fato obrigou os responsáveis pelo empreendimento a adotarem medidas necessárias ao cumprimento de instrumentos legais e normativos específicos com fulcro na proteção do patrimônio espeleológico, como a realização (i) de inventário espeleológico; (ii) de estudos de classificação de relevância de cavidades potencialmente impactadas irreversivelmente; e (iii) a elaboração e execução do Plano Básico Ambiental Espeleológico (PBAE) para o empreendimento.

No decorrer da realização destas atividades foram obtidos dados que comprovam quão peculiar e desafiador pode ser o licenciamento espeleológico, por conta de diversos fatores, detalhados ao longo deste trabalho.

Nesta seara, tendo em vista a dificuldade enfrentada durante o licenciamento ambiental em

áreas com presença de cavernas, este trabalho tem o objetivo de apresentar o resultado do mapeamento de processos ligados ao licenciamento espeleológico, executado com vistas a estabelecer as atividades fundamentais à implantação mais célere e eficiente de ferrovias, aliada tanto à redução das interferências com cavidades quando ao aumento na sistematização e confiabilidade dos dados gerados nas diversas fases de licenciamento de empreendimentos ferroviários.

1.1 Caracterização do Objeto de Estudo

O objeto de estudo deste artigo é o licenciamento espeleológico da FIOL. Portanto, a caracterização do mesmo será feita abordando aspectos gerais do empreendimento, das interferências com cavidades naturais subterrâneas e das etapas do licenciamento em si.

Como citado anteriormente, a FIOL possui 1.527 km de extensão divididos em 11 lotes, enumerados em ordem crescente de leste para oeste (Tabela 1 e Figura 1).

As características técnicas do traçado do empreendimento (Tabela 2) correspondem aos parâmetros definidos no projeto executivo, inclusive no que diz respeito à superestrutura ferroviária (lastro, trilhos, fixações e dormentes), sobre a qual circularão o material rodante, as locomotivas e os vagões.

Tabela 1: Informações de extensão e municípios de referência na FIOL.
Fonte: Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da FIOL (VALEC, 2009).

LOTE	EXTENSÃO (km)	CANTEIRO	MUNICÍPIOS DE REFERÊNCIA
01F	124,99	Barra do Rocha	Ilhéus, Itabuna, Itapitanga, Gongogi, Uruçuca, Aureliano Leal, Barra do Rocha, Ubaitaba, Ubatá, Itagiba e Ipiáú
02F	117,90	Jequié	Jequié, Itagi e Jitaúna
03F	115,36	Tanhaçu	Mirante, Contendas do Sincorá e Tanhaçu
04F	178,28	Brumado	Brumado, Rio do Antônio e Lagoa Real
05F	162,04	Guanambi	Caetitê, Guanambi, Riacho de Santana, Bom Jesus da Lapa e Serra do Ramalho
05A	2,90	Serra do Ramalho	Bom Jesus da Lapa, Serra do Ramalho
06F	159,31	São Félix do Coribe	São Félix do Coribe, Correntina, Serra do Ramalho, Canápolis
07F	161,12	São Desidério	São Desidério, Barreiras, Luís Eduardo Magalhães
08F-11F	505,10	-	Campos Belos, Lavandeira, Combinado, Arraias, Conceição do Tocantins, Paranã, Sucupira, Alvorada e Figueirópolis



Figura 1: Diretriz do traçado da FIOL. Fonte: Mapa das Ferrovias da VALEC (adaptado).

Tabela 2: Características gerais da via permanente.

Fonte: Norma Técnica 80-EG-000A-18-0000 – Especificações de Projeto de Superestrutura (VALEC, 2011).

VIA PERMANENTE	CARACTERÍSTICAS	OBSERVAÇÕES
Bitola	1,60 m	
Raio Mínimo de Projeto	343,823 m	Curvas horizontais
Rampa Máxima Compensada	0,60/1,00%	Sentido exportação
	1,45%	Sentido importação
Velocidade	80 km/h	Projeto
	60 km/h	Operacional
Carga máxima por eixo	32,50 ton	
Superelevação máxima	140 mm	
Largura Faixa de Domínio	80m	Limitada por cerca de arame com mourões de concreto
Inclinação do sublastro/subleito	3%	Para ambos os lados, partindo do eixo central da via

No que se refere ao licenciamento ambiental, o EIA da FIOL (VALEC, 2009) já havia identificado a probabilidade de existência de cavernas na Bahia e no Tocantins (Jansen et al., 2012), fazendo com que estudos prévios fossem exigidos pelo órgão licenciador para comprovar a existência de cavernas nas áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) da FIOL, sobretudo no Lote 06F.

Com a realização dos estudos espeleológicos (inventário espeleológico e aplicação da IN 02/2009 MMA) três cavidades, todas de alta relevância, foram classificadas como potencialmente impactadas, culminando na seleção de outras seis, com atributos semelhantes aos das impactadas, como cavidades-testemunho (Tabela 3).

Tabela 3: Informações sobre a relevância das cavidades na FIOL. Fonte: PBA Espeleológico da FIOL (VALEC, 2013).

CAVIDADE	ENFOQUE REGIONAL / LOCAL	RELEVÂNCIA SUGERIDA	POTENCIAL IMPACTO	TESTEMUNHO
PEA 341	Acentuado / Acentuado	Alta		
PEA 342	Significativo / Acentuado	Alta	X	PEA 379 PEA 358
PEA 343	Acentuado / Acentuado	Alta	X	PEA 356 PEA 380
PEA 354	Alto / Alto	Alta		
PEA 356	Alto / Alto	Alta		
PEA 358	Médio / Alto	Alta		
PEA 377	Baixo / Acentuado	Média		
PEA 378	Acentuado / Acentuado	Alta	X	PEA 354 PEA 381
PEA 379	Baixo / Acentuado	Alta		
PEA 380	Significativo / Acentuado	Alta		
PEA 381	Acentuado / Acentuado	Alta		
PEA 382	Baixo / Significativo	Baixa		
PEA 383	Máximo / Máximo	Máxima		

Para proteção das cavidades-testemunho e outros elementos do patrimônio espeleológico da FIOL, foi selecionada uma área de cerca de 280 ha no município de São Félix do Coribe que abrigará uma unidade de proteção espeleológica (Figura 2) a ser criada como forma de compensação aos potenciais danos negativos e irreversíveis causados ao patrimônio espeleológico em decorrência da implantação da ferrovia (LI 750/2010).

As informações obtidas por meio da realização do Inventário Espeleológico (VALEC, 2010), da aplicação da IN 02/2009 MMA (VALEC, 2011) e elaboração do PBA Espeleológico (VALEC, 2013) foram apresentadas ao órgão licenciador, subsidiando a retificação da Licença de Instalação 750/2010 contendo as condicionantes elencadas abaixo:

“2.7. Caso seja encontrada alguma cavidade natural num raio de 250 metros da ADA do empreendimento, deverá tal fato ser comunicado ao IBAMA, com paralisação imediata das obras no local, ao tempo que deverão ser realizados estudos espeleológicos, de acordo com o Decreto no 6640/2008 e a IN no 02/09 do MMA.

2.13. Nos lotes 6F e 7F, deverá ser realizada a identificação, demarcação e o isolamento das dolinas localizadas na faixa de domínio, adotando medidas específicas – como a execução de barreiras físicas e bacias

de acumulação de água – de modo a evitar a chegada de sedimentos e a ocorrência de processos erosivos.

2.14. O empreendedor deve reapresentar, no prazo máximo de 60 (sessenta) dias da retificação desta licença, a versão final dos programas espeleológicos, incluindo, necessariamente, as observações e recomendações constantes no Parecer Técnico no 615/2013/NLA/IBAMA-TO (em especial as recomendações no 4.2, 4.5 e 5.4), bem como as discussões e esclarecimentos ocorridos na reunião de 04/06/13, entre IBAMA e VALEC.

2.15. No âmbito do Programa Compensatório para o Patrimônio Espeleológico, no prazo máximo de 06 (seis) meses, a VALEC deve definir a forma de efetivação da unidade de proteção espeleológica, se unidade de conservação de proteção integral ou reserva particular do patrimônio natural. Caso seja feita a opção de criação de unidade de conservação, a VALEC deve encaminhar a manifestação da instituição responsável pela gestão da área, concordando com o procedimento e assumindo as responsabilidades inerentes à proteção das cavidades.

2.16. A implantação da unidade de proteção espeleológica deverá estar concluída

no prazo máximo de 02 (dois) anos, a partir da retificação desta licença.”

Desta forma, a FIOL atualmente dispõe da Licença de Instalação 750/2010, englobando os

lotes 01F a 07F (Ilhéus a Barreiras), conforme a Figura 4. Os lotes 08F a 11F (Barreiras a Figueirópolis) estão em processo de inclusão na referida licença de instalação.

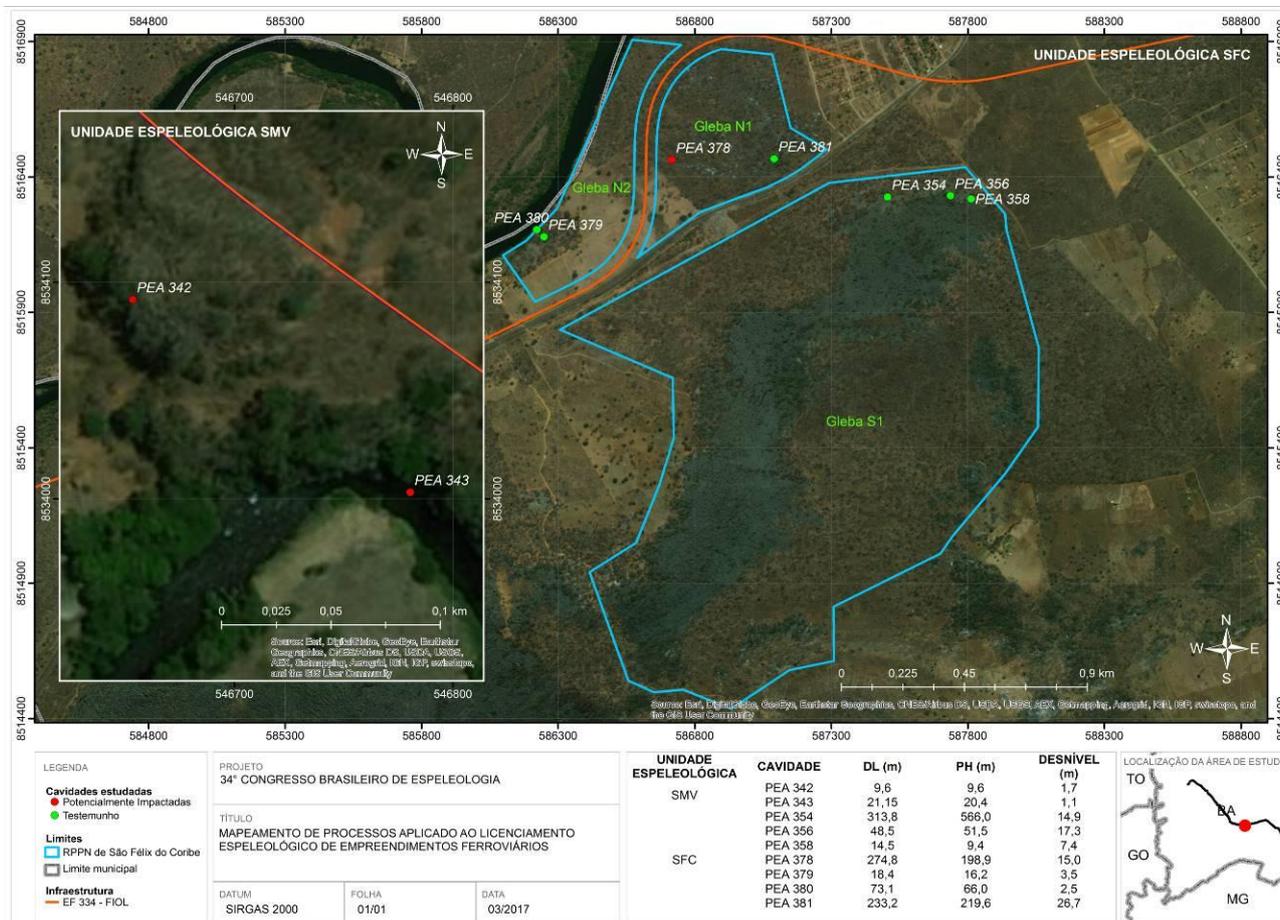


Figura 2: Localização das cavidades potencialmente impactadas e cavidades-testemunho no contexto da área destinada à criação de unidade de proteção espeleológica da FIOL, município de São Félix do Coribe (BA).

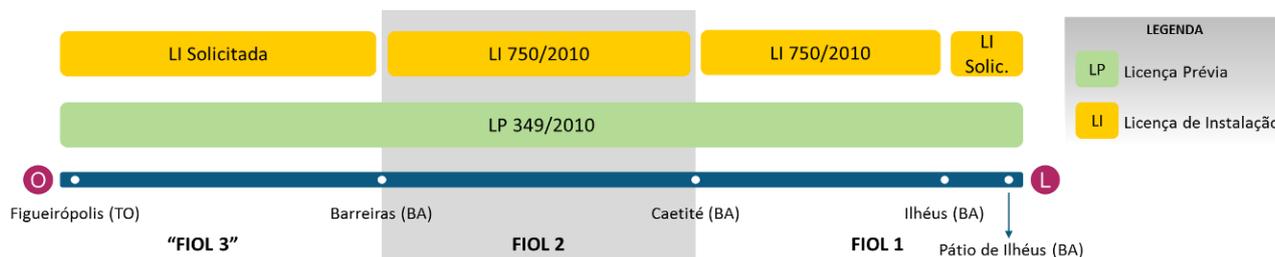


Figura 3: Diagrama de licenciamento da FIOL. Fonte: Anastácio & Angarten (2016).

2. METODOLOGIA

O mapeamento de processos é uma técnica que transcreve, na forma de fluxos e desenhos, um processo ou uma série de atividades (Souza, 2014). Apesar do conceito relativamente simples, vários autores causam certa confusão ao tratarem de metodologia de mapeamento ou modelagem de processos. Seja por se referirem a técnicas e métodos como metodologia ou por conceituarem

notações como técnicas de mapeamento. Portanto, a Tabela 4 traz a delimitação do referencial teórico considerado neste estudo, em consonância com Barbará (2011).

Uma comparação das características e objetivos das principais metodologias de mapeamento de processos pesquisadas para a elaboração deste trabalho é apresentada na Tabela 5.

Tabela 4: Conceitos utilizados no mapeamento de processos do qual trata este trabalho.

CONCEITO	DEFINIÇÃO
Ferramentas	Softwares de apoio para a análise do fluxo e o mapeamento e dos processos
Técnicas	Conjunto de métodos ou práticas de análise e modelagem dos processos
Métodos	Procedimentos utilizados para realizar a análise e o mapeamento dos processos
Modelos	Formas de representar o processo atual
Metodologias	Conjunto de etapas, critérios, ferramentas, técnicas e modelos a serem seguidos para realizar o mapeamento

Tabela 5: Comparativo entre as metodologias de mapeamento e gestão de processos, adaptada de Souza (2014). A metodologia descrita como “O ‘M’ do ‘O & M’” se refere àquela baseada no levantamento, análise, desenvolvimento e implementação dos métodos administrativos.

METODOLOGIA	CARACTERÍSTICAS	FASES
MAMP	Embasada no PDCA (<i>plan, do check, action</i>) e tem a busca da melhoria contínua como principal objetivo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conhecimento do processo 2. Identificação e seleção do problema 3. Busca e avaliação das causas 4. Geração e avaliação de alternativas de soluções 5. Desenvolvimento de soluções 6. Implantação e normalização do processo
BPM	Propõe uma visão interfuncional de como os processos podem ser geridos, quebrando as barreiras de isolamento dos departamentos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modelagem de processos 2. Análise de processos 3. Desenho de processos 4. Gerenciamento do desempenho de processos 5. Transformação de processos
REENGENHARIA DE PROCESSOS	Possui filosofia radical de mudança nos processos, visando executá-los de forma não apenas melhor, mas também diferente.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação dos processos candidatos para reengenharia 2. Identificação das alavancas de mudança 3. Desenvolvimento de Visões de processos 4. Entendimento dos processos existentes 5. Projeto e prototipação do novo processo.
O “M” de O&M	Execução e controle de sistemas empresariais.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificação, seleção e conhecimento do sistema 2. Estudo da viabilidade e de alternativas 3. Levantamento e análise da situação atual 4. Delineamento e estruturação proposta 5. Detalhamento proposto 6. Treinamento, teste e implementação da nova proposta 7. Acompanhamento, avaliação e atualização
APE	Tem como principal objetivo a busca da melhoria dos processos de forma contínua.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organizando para o aperfeiçoamento 2. Entendendo o processo 3. Aperfeiçoamento 4. Medições e controle 5. Aperfeiçoamento contínuo.

A metodologia escolhida para mapeamento do processo de Licenciamento Espeleológico de Ferrovias foi a MAMP, por apresentar as seguintes características:

Ω Exige o conhecimento do processo como um todo, de forma que se possa fazer uma avaliação precisa da situação atual do mesmo;

- Ω Prevê a identificação e seleção dos principais problemas do processo, no sentido de proceder à avaliação de suas principais causas;
- Ω Está baseada no uso de ferramentas simples como reuniões onde os envolvidos apresentam suas ideias ou soluções para os problemas que foram identificados, ao contrário da BPM e da M de O&M, que propõem o uso de ferramentas informatizadas e *softwares* complexos;
- Ω Possui menor quantidade e complexidade de fases de execução;
- Ω Apresenta caráter cíclico, onde cada “rodada” eleva o processo para mais próximo da excelência, pois a aplicação da metodologia deve ser atualizada sempre que ocorrer necessidade ou oportunidade (melhoria contínua).

O desenvolvimento do trabalho ocorreu em respeito às fases estabelecidas pela metodologia de mapeamento selecionada, conforme Tabela 6.

Foram utilizadas como ferramentas gráficas de modelagem de processos as aplicações Excel, Power Point e Visio, constituintes do Pacote Office 2016. Todas as informações contidas neste artigo estão em consonância com as condicionantes espeleológicas específicas da Licença de Instalação nº 750/2010 e demais marcos regulatórios vigentes.

3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os resultados alcançados serão apresentados por fase do mapeamento de processos, conforme a metodologia utilizada.

3.1 FASE 1. Conhecimento do processo

O acervo documental inventariado contém documentos como o Estudo de Impacto Ambiental da FIOL (VALEC, 2009); a Licença Prévia 349/2010; o Inventário Espeleológico da FIOL (VALEC, 2010); o Relatório de Caracterização Espeleológica das Cavidades presentes na Área de Influência da FIOL (VALEC, 2011); o PBA Espeleológico da FIOL (VALEC, 2013); a Licença de Instalação 750/2010 (retificada em 2013, incluindo o trecho cárstico), além de relatórios de execução do PBAE, ofícios, memorandos, notas técnicas, pareceres técnicos e relatórios de vistoria emitidos tanto pelos órgãos licenciadores e intervenientes quanto pelo empreendedor.

3.2 FASE 2. Identificação e seleção do problema e FASE 3. Busca e avaliação das causas

Com o inventário documental executado na FASE 1, foi possível delinear de forma mais clara as características principais do licenciamento. Tais características foram discutidas em reuniões periódicas entre as equipes técnicas do empreendedor (meio ambiente e projetos) envolvidas no processo de licenciamento.

Destas reuniões foram detalhados os principais problemas, de natureza endógena ou exógena, enfrentados ao longo do processo de licenciamento espeleológico da FIOL, resultando no quadro causa-efeito apresentado na Tabela 7.

Tabela 6: Principais atividades realizadas ao longo das fases de mapeamento do Processo de Licenciamento Espeleológico de empreendimentos ferroviários.

FASES DO MAPEAMENTO	PRINCIPAIS ATIVIDADES
1. Conhecimento do processo	Revisão bibliográfica e documental contemplando todas as referências relacionadas ao licenciamento espeleológico da FIOL (licenças, projetos, estudos, etc.).
2. Identificação e seleção do problema	Reuniões periódicas entre as equipes técnicas de meio ambiente e projetos envolvidas no processo de licenciamento, para construção do processo vigente.
3. Busca e avaliação das causas	
4. Geração e avaliação de alternativas de soluções	Revisão e proposição do Fluxograma de atividades; Elaboração de Termos de Referência para contratação de serviços de gestão espeleológica considerando tal fluxograma; Proposição de procedimentos para o licenciamento espeleológico de ferrovias.
5. Desenvolvimento de soluções	
6. Implantação e normalização do processo	Apresentação do Fluxograma de Atividades proposto às áreas de Construção, Projetos e Planejamento de Engenharia do responsável pelo empreendimento.

Tabela 7: Relação causa-efeito dos problemas identificados nas FASES 2 e 3.

CAUSA	EFEITO	NATUREZA
Falta de equipe especializada no órgão licenciador	Morosidade na análise e exigências impertinentes, por parte do órgão ambiental, em relação aos estudos apresentados pelo empreendedor	Exógena
Descontinuidade das equipes responsáveis pela análise dos produtos gerados pelo empreendedor		Exógena
Ausência de interface entre áreas de meio ambiente (componente espeleológica) e projetos		Endógena
Escassez de material consultivo, no que se refere à padronização de procedimentos para o licenciamento espeleológico;		Exógena
Fragilidade das conclusões dos estudos prévios de caracterização/viabilidade		Endógena
Fragilidade dos dados disponibilizados pelos órgãos envolvidos com o patrimônio espeleológico nacional;		Exógena
Caráter generalista tanto da legislação quanto dos normativos técnicos disponíveis relacionados ao tema;	Concepção de projetos de engenharia espeleologicamente inviáveis	Exógena
Ausência de rede colaborativa entre empreendedores e órgãos ambientais que se dedique ao compartilhamento de informações e proposição de novos processos ou projetos com o objetivo de conferir maior celeridade e segurança ao licenciamento espeleológico de empreendimentos, sobretudo obras de infraestrutura, que impactem potencial, negativa e irreversivelmente as cavidades naturais;		Exógena
Falta de contrato com empresa especializada em gestão espeleológica	Atraso no cronograma acordado entre empreendedor e órgão licenciador	Endógena
Tempo demandado pelos estudos de caracterização e/ou monitoramento		Exógena

3.3 FASE 4. Geração e avaliação de alternativas de soluções e FASE 5. Desenvolvimento de soluções

As alternativas de soluções foram pensadas de modo a priorizar o ataque às causas, no intuito de mitigar os problemas identificados. Desta forma, apenas os problemas identificados como sendo de natureza endógena foram comentados neste item, uma vez que os problemas de natureza exógena incluem peculiaridades, em grande parte institucionais, desconhecidas em detalhe pelos autores.

Institucionalmente, procurou-se atuar em três frentes de trabalho, descritas abaixo:

a) Normatização de procedimentos para o licenciamento espeleológico de ferrovias: elaboração de Normas Técnicas visando

estabelecer um protocolo a ser seguido a fim de evitar interferências com cavidades ou mitigá-las, quando não for possível evitar as mesmas.

b) Elaboração de Termo de Referência para contratação de serviços de gestão espeleológica: documento padronizado contendo, de forma detalhada, as etapas a serem seguidas, bem como os recursos a serem alocados, para o pleno desenvolvimento do processo de licenciamento espeleológico de forma mais célere e com geração de dados mais confiáveis. As Macroatividades previstas no documento contemplam (I) a realização de Inventário Espeleológico; (II) a Classificação de Relevância das Cavidades eventualmente identificadas; (III) a Elaboração de PBAE para o empreendimento em licenciamento, bem como a execução dos programas de (IV) Compensação;

(V) Mitigação; (VI) Monitoramento para Avaliação de Vibrações; (VII) Proteção e Monitoramento dos Fragmentos de Vegetação no Entorno das Cavernas; e (VIII) Resgate Espeleológico. Tal documento é parte de processo de licitação em andamento, com previsão de contratação para o segundo semestre de 2017.

c) **Revisão e proposição de Fluxograma de Atividades para o Licenciamento espeleológico de ferrovias:** o processo vigente antes do mapeamento (Figura 4) foi desenhado para permitir o detalhamento das suas atividades de modo que, após a eliminação dos pontos que não agregavam valor e/ou representavam gargalos ao processo vigente, fosse possível a concepção do novo processo (Figura 5), visando modernizar o licenciamento de ferrovias sobre trechos cársticos, diminuindo as interferências com cavidades, conferindo maior fluidez ao processo e segurança aos dados gerados.

3.4 FASE 6. Implantação e normalização do processo

O principal resultado alcançado com a apresentação do Fluxograma de Atividades para o Licenciamento espeleológico de ferrovias, proposto às áreas de Construção, Projetos e Planejamento de Engenharia do responsável pela implantação da FIOL, é a mudança de cultura no que se refere à concepção de projetos de engenharia ferroviária em trechos cársticos.

Já nas reuniões realizadas durante as FASES 1, 2 e 3, as áreas de projeto e planejamento puderam ter a real noção dos prejuízos acarretados por projetos elaborados sem levar em consideração a interferência com cavidades, tendo como base o caso prático da FIOL. Desta forma, projetos já elaborados sobre trechos de alta potencialidade para ocorrência de cavernas tiveram alternativas locais estudadas a fim de serem viabilizados (Tabela 8) e licenciados de maneira mais fluida, de modo a evitar paralisação das obras e, por conseguinte, maior atraso nos cronogramas de execução.



Figura 4: Resumo dos atributos mínimos necessários à implantação de ferrovias em trechos cársticos que subsidiaram o mapeamento de processos ligados ao licenciamento espeleológico de ferrovias. Fonte: Adaptado de PEREIRA (2016).

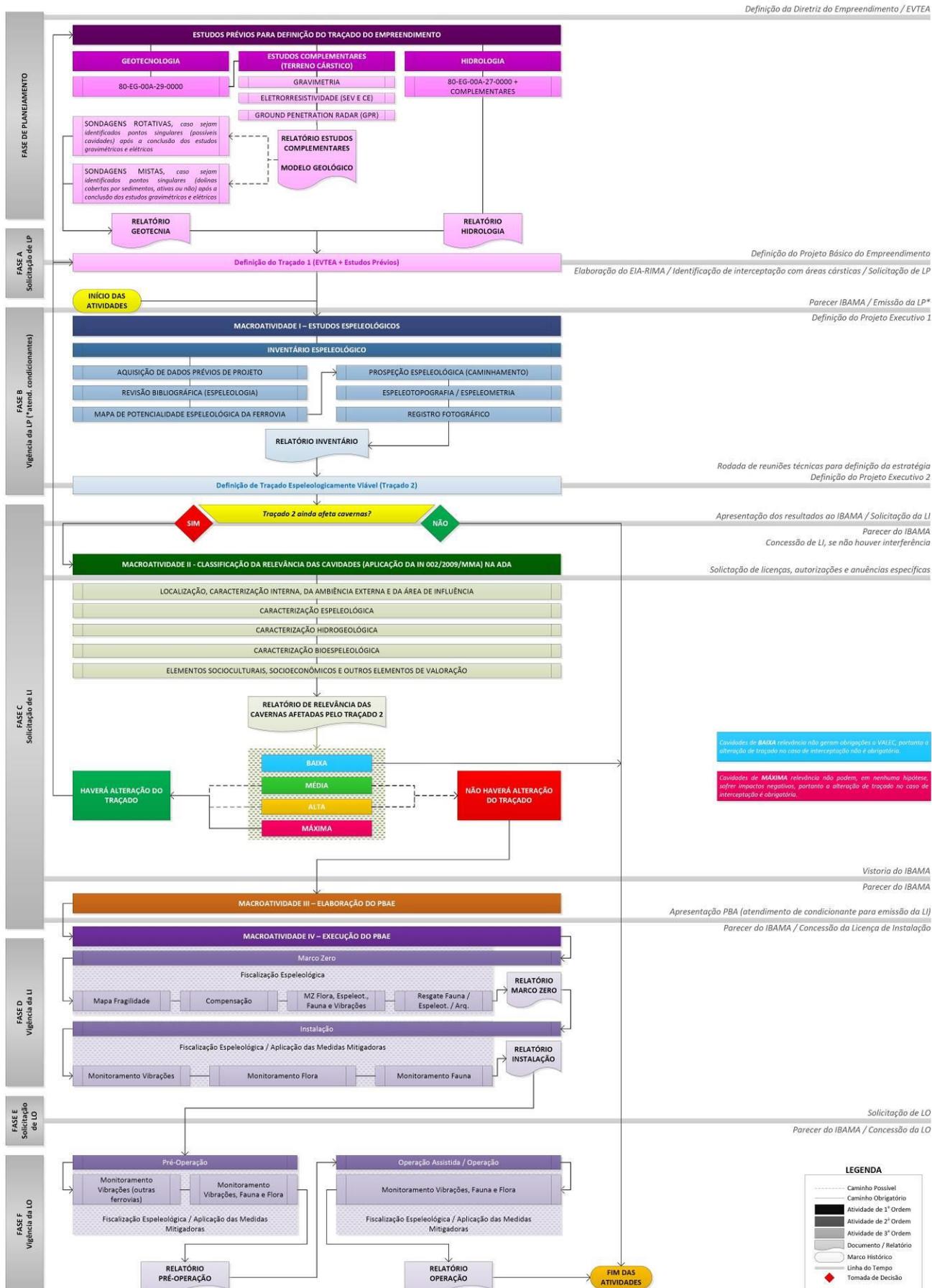


Figura 5: Fluxo de Atividades propostas para o licenciamento espeleológico de ferrovias.

Tabela 8: Alternativas locacionais estudadas para a FIOLE com vistas a viabilizar a liberação de trechos ferroviários sobre áreas cársticas. Fonte: PEREIRA (2016).

Alternativas locacionais	INFORMAÇÕES GERAIS
Cavernas de São Felix do Coribe	Traçado consolidado (Lote 06F), vide LI 750/2010
Riacho do Nado	Traçado em estudo no Lote 06F
Serra Geral	Estudo de alternativa de traçado de 169 km visando eliminar trecho de grande densidade de cavidades naturais entre os lotes 08F e 09F
Rio Mosquito	Trecho de estudo de 32km, alternativo ao traçado da Serra Geral, visando também eliminar o mesmo trecho de grande densidade de cavidades naturais entre os lotes 08F e 09F

4. CONCLUSÕES

O licenciamento ambiental de empreendimentos que possuam interferência com elementos do patrimônio espeleológico pode demandar tempo considerável, dependendo da forma que forem conduzidos. Exemplo disso é a Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOLE), cujo licenciamento de trechos cársticos interceptados teve duração de cerca de quatro anos até a emissão da LI 750/2010 Retificada em 2013 para incluir o segmento com cavernas. A inserção dos trechos cársticos na licença de instalação só se deu após a aplicação da IN MMA 02/2009, a alteração de traçado na região de São Félix do Coribe (para eliminar a interferência com cavidade de máxima relevância) e a elaboração de PBA Espeleológico (PBAE) para o empreendimento.

Ao longo do licenciamento, as equipes envolvidas identificaram vários gargalos e pontos que não agregavam valor ao processo, ocasionando uma morosidade considerável na condução das atividades necessárias ao licenciamento espeleológico. Com a identificação das causas e efeitos dos problemas no processo vigente até aquele momento, foi possível mapear os pontos críticos e de ruptura que acarretassem atrasos, retrabalhos ou perda de qualidade das informações geradas.

O mapeamento de processos promoveu clara mudança na cultura de elaboração de alternativas locacionais de traçado e melhorias nos projetos de engenharia, viabilizando-os a partir da observância à necessidade de preservar o maior número possível de cavidades naturais e mitigar os impactos que porventura se mostrassem inevitáveis, aplicando assim os princípios do desenvolvimento sustentável. O resultado de tal mapeamento se materializou na forma de fluxo de atividades para o licenciamento espeleológico de ferrovias, cujo objetivo principal reside no aprimoramento e padronização do processo de licenciamento ambiental de empreendimentos lineares (sobretudo ferrovias),

quando houver interferências em cavidades naturais ou formações semelhantes.

O mapeamento do processo também evidenciou certa fragilidade do Estado Brasileiro quanto à gestão de áreas ambientalmente sensíveis como as cavidades naturais subterrâneas. Tais fragilidades podem ser exemplificadas pela escassez de normativos e procedimentos detalhados para aplicação no licenciamento espeleológico, bem como de equipe técnica exclusiva para análise de estudos executados em trechos cársticos de obras de infraestrutura, causando morosidade no licenciamento e solicitações desarrazoadas quando da apresentação de dados por parte do empreendedor.

O mapeamento de processos do qual tratou este trabalho tem ocasionado uma mudança gradual de procedimento, mesmo antes da formalização do fluxograma de atividades. Logo, acredita-se que com o aperfeiçoamento do mesmo, bem como a sua aplicação em todos os empreendimentos lineares de infraestrutura de transportes, será possível viabilizar um licenciamento espeleológico mais efetivo e célere, com vistas a evitar paralisação de obras ou, mais gravemente, impactos às cavidades no entorno das mesmas.

Obviamente a mudança de procedimento em maior escala, abarcando inclusive outros setores do poder público, só será possível com a diminuição da fragilidade dos dados disponibilizados pelos órgãos envolvidos com o patrimônio espeleológico nacional; com a revisão dos dispositivos legais e técnicos, a fim de minimizar o caráter generalista dos mesmos; e da criação de uma rede colaborativa entre empreendedores e órgãos ambientais que se dedique ao compartilhamento de informações e proposição de novos processos ou projetos com o objetivo de conferir maior celeridade e segurança ao licenciamento espeleológico de empreendimentos, sobretudo obras de infraestrutura, que impactem potencial, negativa e irreversivelmente as cavidades naturais.

REFERÊNCIAS

- ANASTÁCIO, E. M. F. & ANGARTEN, N. B. O. Licenciamento espeleológico em empreendimentos lineares: a experiência da Superintendência de Meio Ambiente da VALEC. Trabalho apresentado no Seminário sobre Meio Ambiente, Patrimônio Espeleológico e Ferrovias. VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias; Brasília, junho de 2016.
- BARBARÁ, S. Gestão Por Processos: Fundamentos, Técnicas e Modelos de Implementação. 2 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2011.
- Decreto 6640/2008. Presidência da República, Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF. Novembro de 2008.
- Instrução Normativa no 002/2009. Ministério do Meio Ambiente / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília, DF. Agosto de 2009.
- JANSEN, D.C; CAVALCANTI, L. F. LAMBLÉM, H. S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. Revista Brasileira de Espeleologia, Brasília, 2012, v. 2, n.1.
- Licença de Instalação no 750/2010 – Ferrovia de Integração Oeste-Leste (retificada). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2013.
- Licença Prévia no 349/2010 – Ferrovia de Integração Oeste-Leste. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2010.
- PEREIRA, A. A. Contribuição da Superintendência de Projetos da VALEC na previsibilidade e mitigação de impactos físicos nas cavernas da FIOL. Trabalho apresentado no Seminário sobre Meio Ambiente, Patrimônio Espeleológico e Ferrovias. VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias; Brasília, junho de 2016.
- SOUZA, D. G. Metodologia de Mapeamento para Gestão de Processos. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. 2014.
- VALEC. Estudos operacionais da Ferrovia de Integração Oeste-Leste. Volume único. Brasília, 2008.
- VALEC. Estudo de Impacto Ambiental da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL). Volume II. Meio Físico. Brasília, 2009.
- VALEC. Inventário Espeleológico nas Áreas de Alta Potencialidade e na Área Diretamente Afetada pela FIOL; volumes I e II. VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias. Brasília, DF. Setembro de 2010.
- VALEC. Caracterização Espeleológica de 10 Cavidades Naturais Subterrâneas Presentes na Área de Influência do Lote 06 da Ferrovia de Integração Oeste-Leste, Estado da Bahia; volumes I e II. VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias. Brasília, DF. 2011.
- VALEC. Norma Técnica 80-EG-000A-18-0000 – Especificações de Projeto de Superestrutura. Brasília, 2011.
- VALEC. Plano Básico Ambiental da Ferrovia de Integração Oeste – Leste (FIOL): Programas para o Patrimônio Espeleológico. Volume Único. VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias. Brasília, DF. Outubro de 2013.
- VALEC. Mapa de Ferrovias da VALEC. Disponível em http://www.valec.gov.br/acoes_programas/. Consulta em março de 2017.