

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - *Campus* Sorocaba

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO AMBIENTAL

BLANCHE SOUSA LEVENHAGEN

**SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO DE QUALIDADE E AMBIENTAL PARA
IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS FACILITADORES EM CAVERNAS
TURÍSTICAS**

Sorocaba
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - *Campus* Sorocaba

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO AMBIENTAL

BLANCHE SOUSA LEVENHAGEN

**SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO DE QUALIDADE E AMBIENTAL PARA
IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS FACILITADORES EM CAVERNAS
TURÍSTICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Sustentabilidade na
Gestão Ambiental, para obtenção do
título de Mestre em Sustentabilidade na
Gestão Ambiental

Orientação: Prof. Dr. Heros Augusto
Santos Lobo

Sorocaba
2019

Levenhagen Sousa, Blanche

SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO DE QUALIDADE E AMBIENTAL PARA IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS FACILITADORES EM CAVERNAS TURÍSTICAS/ Blanche Sousa Levenhagen – 2019.
60 f.: 30cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba.

Orientador: Heros Augusto Santos Lobo

Banca examinadora: Ismail Barra Nova de Melo, Maurício de Alcântara Marinho

Bibliografia

1.Conservação. 2.Plano de Manejo Espeleológico. 3. Política Pública
I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências e Tecnologias Para a Sustentabilidade
Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Blanche Sousa Levenhagen, realizada em 26/02/2019:

Prof. Dr. Heros Augusto Santos Lobo
UFSCar

Prof. Dr. Maurício de Alcantara Marinho
USP

Prof. Dr. Ismail Barra Nova de Melo
UFSCar

BLANCHE SOUSA LEVENHAGEN

**SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO DE QUALIDADE E AMBIENTAL PARA
IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS FACILITADORES EM CAVERNAS
TURÍSTICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental pela Universidade Federal de São Carlos. Sorocaba, 26 de fevereiro de 2019.

Orientador(a)

Dr. Heros Augusto Santos Lobo
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - *Campus* Sorocaba

Examinador(a)

Dr. Maurício de Alcântara Marinho
Consultor Independente

Examinador(a)

Dr. Ismail Barra Nova de Melo
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - *Campus* Sorocaba

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho as três pessoas mais incríveis que já conheci: meu filho Lucas, meu pai Abel e marido Ricardo.

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar agradeço a meu marido Ricardo, meu filho Lucas e a meu pai Abel por todo o apoio. Sem vocês a conclusão deste trabalho não seria possível.

Agradeço a meu orientador Heros Lobo, por toda a confiança em apostar em meu potencial e compromisso em desenvolver um produto inovador para a gestão do turismo espeleológico.

Agradeço a Kátia Pisciotta, pelo apoio e por estar sempre pronta a me receber e esclarecer dúvidas que foram primordiais na condução deste trabalho.

Agradeço aos monitores ambientais do PETAR Silnei e Valdecir, ao Julio Franco dono de uma pousada em Iporanga e aos gestores das unidades de conservação PERT, PETAR e INTERVALES.

Agradeço a todos os professores do PPGSGA com quem tive contato e que, de alguma forma contribuíram para a construção deste trabalho.

Espero que este trabalho traga resultados sólidos e que atenda as expectativas de todos aqueles que acreditaram em minha proposta de pesquisa.

RESUMO

Levenhagen, Blanche Sousa. **SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO DE QUALIDADE E AMBIENTAL PARA IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS FACILITADORES EM CAVERNAS TURÍSTICAS**

2019. 59 f. Dissertação (Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2018.

Esta pesquisa trata da análise do documento técnico denominado *Projeto Conceitual para Equipamentos Facilitadores em Cavernas (PC)*. O PC foi um desdobramento dos Planos de Manejo Espeleológico (PME), cujo objetivo foi estabelecer procedimentos para instalação de equipamentos facilitadores (pontes, escadas, passarelas etc.). O objetivo desta pesquisa foi identificar as lacunas que poderiam inviabilizar a aplicação do PC e, assim interromper o processo de implantação dos PME. A partir da análise do PC e dos PME, obteve-se como resultado desta pesquisa a mudança de concepção da construção do PC e, a partir disso, a construção de um Sistema de Gestão Integrado para Implantação de Equipamentos Facilitadores em Cavernas Turísticas em Unidades de Conservação (SGI-IEF). O SGI-IEF consolidou, em formato semelhante ao preconizado nas normas técnicas ABNT ISO 9001 e 14001, a nova concepção do PC baseada no manejo adaptativo. O SGI-IEF é um produto inédito no que tange à gestão de cavernas turísticas, com potencial para influenciar políticas públicas para o manejo de cavernas turísticas em unidades de conservação sob a ótica dos sistemas de gestão de qualidade e ambiental.

Palavras-chave: Política pública, Conservação, Ecologia, Caverna, Plano de Manejo Espeleológico.

ABSTRACT

This research deals with the analysis of the technical document called the Conceptual Project for Facilitating Equipment in Caves (CP). The CP was an unfolding of the Speleological Management Plans (SMP), whose objective was to establish procedures for the installation of facilitation equipment (bridges, stairs, walkways, etc.). The objective of this research was to identify the gaps that could impede the application of the CP and thus interrupt the process of implementation of SMP. Based on the analysis of the PC and the SMP, this research resulted in a change in the design of the CP construction and, from this, the construction of an Integrated Management System for the Implementation of Facilitating Equipment in Tourist Caves in Conservation Units (IMS-IFE). The IMS-IFE consolidated, in a format similar to that recommended in the technical standards ABNT ISO 9001 and 14001, the new CP design based on adaptive management. The IMS-IFE is an unprecedented product for the management of tourist caves, with potential to influence public policies for the management of tourist caves in conservation units from the point of view of quality and environmental management systems.

.

Keywords: Public Policy, Conservation, Cave, Ecology, Speleological Management Plan

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Adaptação de modelo de gestão de demanda de Croxton et al. (2008) para a cadeia produtiva dos equipamentos facilitadores	26
Figura 2 - Forma de relacionamento entre a Matriz A e as demais submatrizes	39
Figura 3 - Modelo proposto para a Matriz A	40
Figura 4 - Modelo proposto para as demais submatrizes	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PME Plano de Manejo Espeleológico

PETAR Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira

PEI Parque Estadual Intervales

PECD Parque Estadual da Caverna do Diabo

PERT Parque Estadual do Rio Turvo

FF Fundação para Produção de Conservação Florestal do Estado de São Paulo

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONAMA Conselho Nacional de Meio Ambiente

UC Unidade de Conservação

TAC Termo de Ajustamento de Conduta

CPESP Conselho do Patrimônio Espeleológico do Estado de São Paulo

CONSEMA Conselho Estadual do Meio Ambiente

PC Projeto Conceitual

SGI-IEF Sistema de Gestão Integrado para Implantação de Equipamentos
Facilitadores

TCU Tribunal de Contas da União

TR Termo de Referência

IUCN International Union for Conservation of Nature

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO	5
1.1. BIODIVERSIDADE.....	6
1.2. GEODIVERSIDADE	7
1.3. ESPELEOTURISMO, PLANO DE MANEJO ESPELEOLÓGICO, MATERIAIS INERTES E EQUIPAMENTO FACILITADORES	8
1.4. MATERIAL INERTE	9
1.5. NORMAS ISO 9001 E 14001 E CONCEITO DE PDCA	11
1.6. BANCO DE DADOS RELACIONAIS	14
1.7. PROJETO BÁSICO E PROJETO EXECUTIVO	14
1.8. ECOLOGIA INDUSTRIAL.....	16
1.9. MANEJO ADAPTATIVO	16
1.10. OBJETIVOS DE ÁREAS PROTEGIDAS OU UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	16
CAPÍTULO 2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.1. ANÁLISE DO OBJETO DA PESQUISA: O PROJETO CONCEITUAL.....	22
3.2. LACUNAS DO PROJETO CONCEITUAL.....	23
3.3. PREENCHENDO AS LACUNAS E CONSTRUINDO O SGI-IEF	23
3.4. SGI-IEF: SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO (QUALIDADE E AMBIENTAL) – IMPLANTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS FACILITADORES	30
3.4.1. Definição	30
3.4.2. Composição	30
3.4.3. Parte 1– Política Ambiental e de Qualidade	31
3.4.4. Parte 2– Mapeamento da cadeia produtiva	31
3.4.5. Parte 3– Memorial Descritivo da Caverna	31
3.4.5.1. Definição	31
3.4.5.2. Composição do memorial descritivo	31
3.4.5.3. Produto em texto.....	34
3.4.6. Parte 2 - O Projeto básico do equipamento facilitador	36
3.4.6.1. Produto em texto.....	36
3.4.6.2. Produto em Gráfico	37

3.4.7. Parte 3 – Gestão de dados e informações	38
3.4.8. Parte 4 – Sugestões de matrizes.....	38
3.4.8.1. Organização das matrizes	38
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
REFERENCIAS	44

INTRODUÇÃO

“É errado pensar que a tarefa da física é descobrir como a natureza é. A física trata do que podemos dizer sobre a natureza.”

Niels Henrick David Bohr



Entrada da Caverna Santana, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Iporanga – SP

As cavernas são patrimônio da União, conforme estabelece o inciso X do art. 20 da Constituição Federal (BRASIL, 1988) e a possibilidade do uso desse Patrimônio tem amparo legal no art. 1º do Decreto nº 99.556/1990. Elas constituem um ambiente único, formadas pelo resultado de processos de intemperismo químico e físico de centenas de milhares de anos, além de abrigarem espécies endêmicas do ambiente cavernícola (SÃO PAULO, 2014; FERREIRA, 2014; GARCIA *et al.* 2018; TRAJANO *et al.*, 2006). De acordo com Silvério (2014), as cavernas são espaços singulares e oferecem oportunidades para educação ambiental, recreação e ciência, mas que possuem resiliência baixa ou inexistente e, dificilmente, o ambiente cavernícola se recupera sozinho em uma escala de tempo humana. Ford e Willians (1989), Gillieson (1996) e Boggiani *et al.* (2007) afirmam que o uso público de cavernas pelo turismo requer o manejo adequado visto que é uma atividade tão impactante quanto qualquer outro empreendimento e que pode causar impactos negativos com danos relevantes ao ecossistema cavernícola.

Apesar da importância e fragilidade das cavernas, existem inúmeros exemplos de uso inadequados das cavernas que resultaram em degradações irreversíveis e até a destruição total ou parcial das mesmas, tais como a caverna do Diabo (Eldorado, SP) e a gruta de Maquiné (Cordisburgo, MG) (BOGGIANI *et al.*, 2007). Conforme Marra (2001) os impactos podem ser reduzidos e temporários, mas também podem ser irreversíveis, dependendo do grau de interferência no ambiente.

Em resposta a esta degradação, a Resolução CONAMA nº 347/2004 incorporou ao sistema de licenciamento ambiental os instrumentos de gestão ambiental do patrimônio espeleológico, visando o uso sustentável e a melhoria contínua da qualidade de vida das populações residentes no entorno de cavidades naturais subterrâneas, bem como a necessidade de se instituir procedimentos de monitoramento e controle ambiental, visando evitar e/ou minimizar a degradação e a destruição de cavidades naturais subterrâneas e outros ecossistemas a elas associados (BRASIL, 2004). Essa Resolução também consolidou o conceito de Plano de Manejo Espeleológico (PME) e a obrigatoriedade de sua elaboração e aprovação pelo órgão ambiental para os empreendimentos ou atividades turísticas, religiosas ou culturais em cavernas.

O Vale do Ribeira, localizado ao Sul do Estado de São Paulo, possui um conjunto de Unidades de Conservação (UC) reconhecidas como sítios do Patrimônio Mundial Natural, que abrigam uma das mais expressivas áreas cársticas brasileiras cujos complexos sistemas de cavernas e feições cársticas são únicos de acordo com Karmann

e Sanchez (1979), Marinho (1992), Karmann (1994), Campanha (2003), Karmann e Ferrari (2002), Sallun Filho et al. (2008), Garcia et al (2018), Ferreira (2014) e Brasil (2018).

Dentre estas UCs, cuja gestão é de responsabilidade da Fundação Florestal do Estado de São Paulo, estão o Parque Estadual Intervales (PEI), o Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), o Parque Estadual da Caverna do Diabo (PECD) e o Parque Estadual do Rio Turvo (PERT). Com exceção do PERT, os demais parques possuem um histórico antigo de uso público de algumas de suas cavernas (BORSANELLI, 2015).

Em 2008, a falta dos PME nas cavernas com uso público consolidado e o não atendimento à Resolução CONAMA 347/2004 culminou na ação civil pública nº 2008.61.04.000728-5, que embargou a visitação na Caverna do Diabo, entre 20 de fevereiro e 19 de abril deste mesmo ano. A ação civil pública se estendeu para algumas cavernas do PEI, PETAR e PERT. Quatro meses após a suspensão da visitação, algumas cavernas foram reabertas por meio de um TAC (Termo de Ajustamento de Conduta) e o turismo retomado com o uso de um Plano Emergencial. Este Plano também indeferiu a visitação em diversas cavernas e, para as que tiveram a visitação deferida, o fluxo de visitantes foi drasticamente reduzido. Essa redução afetou diretamente a população do entorno e a economia de alguns bairros. Neste mesmo TAC firmou-se o compromisso de elaboração e implantação dos Planos de Manejo Espeleológico por parte da Fundação Florestal do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2014a, SÃO PAULO, 2014b, SÃO PAULO, 2014c, SÃO PAULO, 2014d).

Em 2013, os PME foram aprovados pelo CONSEMA, e ainda neste ano a Resolução SMA nº 87 de 16 de setembro, criou o Conselho do Patrimônio Espeleológico do Estado de São Paulo (CPESP), cujo objetivo era contribuir para a implementação dos PME e a definição de uma política pública de proteção, pesquisa e manejo responsável do patrimônio espeleológico.

Para a continuidade da implantação dos PME, seria necessário que o Estado executasse uma série de atividades e tomasse decisões em relação aos aspectos pendentes. Dentre tais obrigações, destaca-se a necessidade de estabelecer quais materiais seriam adequados para os equipamentos facilitadores em cavernas (pontes, escadas, corrimão, demarcação de caminhamentos, etc.) e quais seriam as formas de

instalação e manutenção mais eficientes, considerando a inexistência de normas técnicas publicadas sobre esta temática.

Buscando subsídios técnicos para elencar materiais apropriados para as cavernas, em julho de 2015, a Fundação Florestal contratou a empresa Ecobio Consultoria e Assessoria Sócio Ambiental Ltda. ME, cuja a autora desta pesquisa é sócia, para sistematizar estudos e produzir documentos que subsidiassem a implantação de equipamentos facilitadores no interior de cavernas objeto dos PME. O produto desta contratação foi nomeado de Projeto Conceitual (PC).

A proposta do PC foi buscar e organizar informações que subsidiassem a escolha dos tipos de materiais e formatos de equipamentos facilitadores que atendessem as premissas estabelecidas nos PME, que são: a) material inerte em relação ao ambiente cavernícola; b) *layout* que produza menor impacto físico, biológico e visual às cavernas; c) monitoramento dos equipamentos facilitadores frente ao ambiente cavernícola e em relação à segurança dos visitantes; e d) um plano de contingência para a caverna (SÃO PAULO, 2013a; ECOBIO & SÃO PAULO, 2015).

Entretanto, a Ecobio expandiu os objetivos iniciais do PC e trouxe uma nova concepção a este documento, ou seja, com base no produto contratado pela Fundação Florestal propôs-se o estabelecimento de um protocolo que, de forma documentada, permitisse à FF acompanhar, monitorar, deferir e fiscalizar cada etapa do processo de instalação dos equipamentos facilitadores em cavernas, contemplando, inclusive, as especificidades de cada cavidade natural (ECOBIO & SÃO PAULO, 2015).

O PC ainda não foi implantado pela Fundação Florestal devido à dificuldade de encontrar fornecedores e empresas para a contratação e atendimento do escopo técnico apresentado no protocolo.

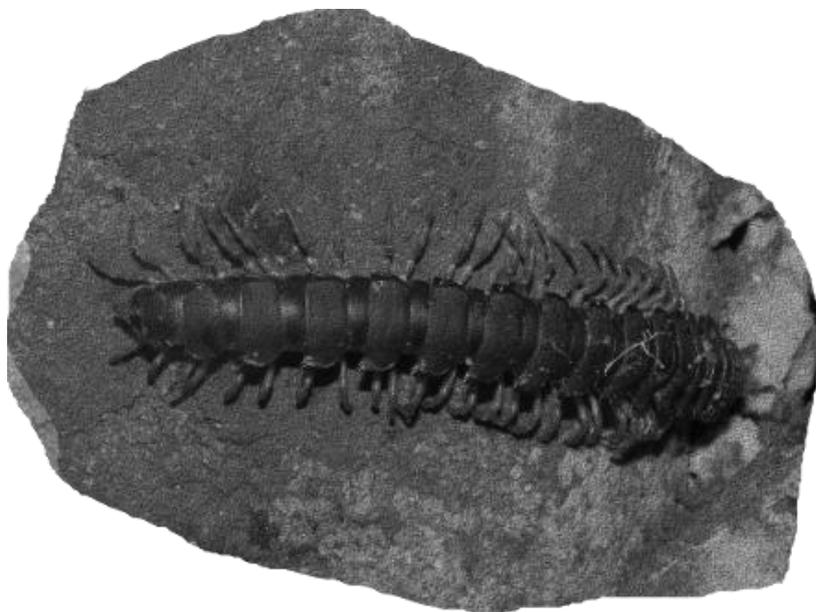
Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a aplicabilidade do PC no contexto da gestão de unidades de conservação, bem como identificar possíveis lacunas que possam inviabilizar ou limitar sua implantação e eficácia. A pesquisa também buscou propostas para preencher tais lacunas.

Este trabalho está organizado em capítulos. O Capítulo 1 trata do referencial teórico utilizado nesta pesquisa. O Capítulo 2 apresenta os procedimentos metodológicos e o Capítulo 3 os resultados e discussão. As considerações finais são apresentadas no Capítulo 4.

CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO

**“O destino do indivíduo e do país sempre está
relacionado com o grau de harmonia com as
forças da natureza, as leis da vida e do Universo”**

Zaratustra



Chilopoda na gruta da Capelinha (Parque Estadual do Rio Turvo, Cajati – SP)

O ambiente cavernícola é uma das mais complexas situações de manejo ambiental para fins turísticos devido a fragilidade e especificidade de cada cavidade (LOBO, 2008). Também é um ambiente cujos estudos específicos sobre o impacto que a deterioração de determinados materiais pode causar neste ambiente são escassos.

Por essa razão o referencial teórico aborda ampla diversidade de temas. Todos os temas apresentados neste capítulo foram utilizados na análise do PC e em seus desdobramentos.

1.1. Biodiversidade

Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, consolidou-se uma definição bastante ampla e funcional de diversidade biológica ou biodiversidade, abrangendo-se três níveis: diversidade de espécies, diversidade genética e diversidade de ecossistemas (FRANCO, 2013). Entretanto, Dreyfus et. al. (1999) afirmam que não há uma única forma de observar e, conseqüentemente, definir a biodiversidade. Assim, pode-se dizer que o termo biodiversidade, ou diversidade biológica, se refere a uma variedade de formas de vida que ocorrem na natureza, provenientes da história evolutiva (ALHO, 2008).

A biodiversidade de cavernas cobre uma vasta variedade de taxa de invertebrados e alguns vertebrados com variados graus de dependência do habitat subterrâneo. As fortes pressões ambientais existentes nas cavernas (bem como a inexistência de pressões típicas dos ambientes externos) podem gerar modificações evolutivas de caráter morfológico, fisiológico e comportamental em muitos grupos, especialmente após o isolamento nestes ambientes (SENNÁ et al., 2013).

O ambiente cavernícola é caracterizado por uma elevada estabilidade ambiental e pela ausência permanente de luz, sendo, em geral, mais estável que o ambiente externo (epígeo) do entorno direto (CULVER; PIPAN, 2009). A ausência permanente de luz restringe a produção primária em cavernas a organismos quimioautotróficos (ENGEL, 2005) e a raízes que crescem a partir de plantas epígeas (SOUZA-SILVA, 2003) sendo raros os casos onde estes são os principais fornecedores de energia na base da teia trófica. Assim quase todos os nutrientes presentes nos ambientes cavernícolas são provenientes dos ambientes externos (SENNÁ et al., 2013).

Nos PME, o aspecto ecológico foi um dos fatores determinantes, em diversos casos, para a restrição a alguns usos da caverna. Este aspecto é primordial para a

manutenção dos sistemas essenciais para a vida e para a biodiversidade do ambiente cavernícola. Pode-se citar, como exemplo, a caracterização da fauna que subsidiou o estabelecimento das rotas de caminhamento dos visitantes dentro da caverna e, por consequência, a delimitação do zoneamento, por meio da descrição da dinâmica dos diversos grupos faunísticos com registro de presença, frequência, localização dos nichos e outras relações ecológicas passíveis de serem observadas em uma avaliação rápida (SÃO PAULO, 2014a, 2014b, 2014c). De acordo com o artigo 2º, inciso VI, da Resolução CONAMA nº 347/2004, zoneamento é conceituado como: “definição de setores ou zonas em uma cavidade natural subterrânea, com objetivos de manejo e normas específicas, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos do manejo sejam atingidos”.

1.2. Geodiversidade

De acordo com Gray (2004) a geodiversidade é a extensão natural (diversidade) da geologia (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicas (forma da terra, processos) e características do solo. Inclui suas assembleias, relações, propriedades, interpretações e sistemas. Para Joahnsson (2000, p.13) o termo geodiversidade pode ser definido como a variação complexa de rocha subjacente, depósitos não consolidados, formas terrestres e processos que formam paisagens. Este autor ainda descreve este termo como a diversidade de geologia e fenômenos geomorfológicos em uma área definida.

Gray (2004), Brilha (2005) e Silva (2006) definem geodiversidade como uma gama de ambientes geológicos, fenômenos e processos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos que servem como suporte à vida na Terra.

Machado et al (2017) afirma que a geodiversidade condiciona a biodiversidade por ser o elo entre paisagens, pessoas e suas culturas, através de interações que moldam um ecossistema. Logo, quanto mais se conhece a geodiversidade, maior será a possibilidade de proteção à biodiversidade.

Especificamente sobre geossítios e geodiversidade cárstica, Lobo e Boggiani (2013) afirmam que cavernas não apresentam apenas valores cênicos e paisagísticos. Elas podem ser enquadradas como patrimônio natural por apresentarem um rico conjunto de elementos bióticos, climáticos, paleontológicos e geológicos. Em alguns casos podem também ser consideradas patrimônio cultural, histórico e arqueológico, dada a diversidade de características naturais, históricas e culturais que apresentam

(CAMARGO e LOBO, 2017). Nos PME a diversidade geológica foi utilizada para elaborar a avaliação da fragilidade do meio físico de cada caverna e, com base em diversos critérios, considerando a morfologia, os depósitos clásticos e químicos e a paleontologia foram produzidos mapas temáticos de fragilidade do meio físico, que possibilitaram, juntamente com outros critérios, a definição do zoneamento das cavernas, bem como os roteiros turísticos (SÃO PAULO, 2014a, 2014b, 2014c).

1.3. Espeleoturismo, plano de manejo espeleológico, materiais inertes e equipamentos facilitadores

O espeleoturismo pode ser definido como as atividades desenvolvidas em cavernas, oferecidas comercialmente, em caráter recreativo e de finalidade turística (ABNT, 2008). Em 2004, com o advento da publicação da Resolução CONAMA nº 347, o espeleoturismo ficou vinculado à obrigatoriedade da elaboração de Plano de Manejo Espeleológico (PME) e a aprovação deste pelo órgão ambiental.

Desde então o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) vinculado ao Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBIO) vem trabalhando com a promoção de discussões sobre o assunto e a divulgação de documentos com diretrizes e orientações técnicas para a elaboração de PME (ICMBIO/CECAV, 2014).

Parte destas orientações técnicas refere-se aos equipamentos facilitadores que garantem o acesso do visitante à caverna. O objetivo destes equipamentos é proporcionar segurança, condições de acesso e conforto aos visitantes, bem como conservar e valorizar as características naturais do ambiente (ICMBIO/CECAV, 2014). O ICMBIO/CECAV (2014), no documento *Diretrizes e orientações técnicas para a elaboração de Planos de Manejo Espeleológico (PME)* ainda estabelece os princípios para a instalação de equipamentos facilitadores em cavernas, sendo eles:

- “a) aplicação das melhores técnicas disponíveis, utilizando critérios de mínimo impacto ao ambiente; b) Considerar métodos construtivos de menor impacto ambiental; c) Equipamentos e estruturas mínimas; d) Integração visual das estruturas e equipamentos com o ambiente; e) Considerar o uso de soluções modulares de simples montagem em campo; f) Montagem e execução com mínimo impacto; g) Uso de materiais inertes em todo ciclo de vida, considerando a sua degradação/deterioração e manutenção; h) Uso de materiais adequados ao seu uso e função; i) Uso de materiais de baixa*

manutenção ou fácil substituição; j) Planejar a manutenção de todos os equipamentos e estruturas, considerando as técnicas, equipamentos, recursos humanos e financeiros necessários para sua execução, bem como os possíveis impactos causados por esta atividade (resíduos de solda, corte e perfuração, quebra, poluição sonora, resíduos de pintura e outros acabamentos superficiais, escoramentos e ancoragens necessários etc.); k) Prever a possibilidade de retirada total de equipamentos, estruturas e materiais sem dano ao ambiente, retornando às condições mais próximas às naturais anteriores à sua implantação, em função de futuras mudanças de uso, legislação ou técnica; e l) Quando aplicável, os projetos e soluções devem atender às normas técnicas brasileiras.”

Outra determinação do CECAV é que o PME é um documento técnico que deve ser constantemente atualizado, baseado no monitoramento dos impactos identificados e na qualidade da experiência do visitante (ICMBIO/CECAV, 2014).

1.4. Material inerte

A partir da premissa do menor impacto, as características dos materiais a serem utilizados em confecções de equipamentos facilitadores para visitação em cavernas é uma temática que vem sendo abordada em PME. Nas Grutas do Lago Azul e Nossa Senhora Aparecida em Bonito (MS) o PME propôs escadarias construídas com o próprio solo da caverna e, quando possível, sem corrimãos; luzes só quando absolutamente necessárias e acesas apenas na presença do visitante (VASCONCELOS, 2002).

O Plano de Manejo da PARNA (Parque Nacional) de Peruaçu propõe que a confecção dos equipamentos facilitadores seja com materiais básicos menos impactantes à paisagem. Como material básico de equipamentos facilitadores, a madeira foi recomendada como o de menor impacto. Recomendou-se ainda o uso de tipos de madeiras de origem controlada, como o eucalipto. O aproveitamento de troncos de árvores naturalmente mortas também foi recomendado para alguns tipos de equipamentos facilitadores. O PM do PARNA de Peruaçu ainda indica o uso de rochas calcárias locais na forma de blocos, e em casos onde haja a necessidade de melhor

desempenho estrutural indica-se materiais metálicos, desde que observado o cuidado com seu tratamento visual (BRASIL 2005).

O CECAV também aponta que um dos princípios para a implantação de equipamento facilitadores em cavernas é o uso de materiais inertes em todo ciclo de vida, considerando a sua degradação/deterioração e manutenção (ICMBIO/CECAV, 2008).

Os PME do PEI e do PETAR trazem a importância da implantação dos equipamentos facilitadores em cavernas e a substituição dos que foram feitos por materiais orgânicos como a madeira, por materiais inertes (SÃO PAULO, 2014a, b). Em todos os pontos de troca dos equipamentos facilitadores, o PME do PETAR propõe ainda deixar pedaços do equipamento facilitador anterior para adaptação gradativa da fauna, sendo de um ano o período desta primeira fase (SÃO PAULO, 2014a).

Para Silvério (2014), os materiais a serem utilizados nas cavernas devem ser adequados ao uso e funções propostos, inertes, de baixa manutenção e fácil manutenção.

A ideia de produzir um conjunto de especificações técnicas para a implantação, manutenção e monitoramento ambiental de equipamentos facilitadores no interior das cavernas, surgiu a partir de discussões no âmbito do Conselho do Patrimônio Espeleológico do Estado de São Paulo (CPESP), buscando subsídio para elaborar Termos de Referência para a implantação dos equipamentos facilitadores previstos nos PME das cavernas do Vale do Ribeira (SÃO PAULO, 2015). Uma das discussões do Conselho abordou especificamente a temática “material inerte”, por considerar que o estabelecimento de materiais com esta característica viabilizaria a implantação dos equipamentos facilitadores conforme as premissas dos PME. De acordo com as considerações de conselheiros do CPESP: *“inerte é o que não interage com o ambiente, que não gera trocas de materiais”* (CPESP, 2015¹).

Entretanto, o termo inerte está vinculado a conceitos diferentes de acordo com cada abordagem. A Norma ABNT 10.004 de 30 de novembro de 2004, que trata de classificação de resíduos sólidos, atribui a palavra inerte a resíduos e define um resíduo inerte como: *“Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa...e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes*

¹ Memórias de Reunião Técnica do CPESP sobre materiais inertes disponibilizada via email

solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. ”. No âmbito da química o termo inerte significa não reativo, e está associado a gás inerte, que geralmente não reage com outras substâncias (DeBONI, 1979). No âmbito da engenharia de materiais, os materiais são classificados, de acordo com suas características físico-químicas em: metais, orgânicos, cerâmicos e polímeros, e todos sofrem a deterioração, seja por corrosão, degradação ou dissolução (CALLISTER, 2002).

Isaia (2017), afirma que a maioria dos materiais em contato com o meio ambiente forma um sistema instável, o que gera a possibilidade de uma reação, no entanto não diz nada a respeito da velocidade com que ela possa ocorrer. Assim, pode-se afirmar que um material pode ser considerado como inerte ou não reativo por um determinado período, quando exposto a um ambiente e/ou composição de outras substâncias muito específicas.

Nesta pesquisa, o que importa são as relações a serem estabelecidas entre os materiais e os componentes presentes no ambiente subterrâneo, entre eles a fauna, a água e o solo.

1.5. Normas ISO 9001 e 14001 e conceito de PDCA

De acordo com Mello (2002, p.15), o Sistema de Gestão refere-se a tudo o que a organização faz para gerenciar seus processos ou atividades. Afirma ainda que, para ser realmente eficiente e eficaz, a organização pode gerenciar seus processos de forma sistêmica e que isso garante que nada importante seja esquecido e que todos estejam conscientes sobre quem é responsável para fazer o que, quando, como, onde e por que.

Entretanto, Kerzner (2006) afirma que o fato de ter e seguir uma metodologia não é garantia de sucesso e excelência, e que é necessário considerar o aperfeiçoamento do sistema. O autor ainda afirma que as metodologias de gestão devem mudar à medida que ocorrem mudanças no cenário de implantação.

O conceito de melhoria contínua está relacionado à capacidade de resolução de problemas (BESSANT et al., 2001) por meio de pequenos passos, alta frequência e ciclos curtos de mudança (BESSANT et al., 1994). Esses ciclos de mudança são causados pela alternância de momentos de ruptura e de controle no desempenho (ATTIDA e MARTINS, 2003).

Ruptura significa mudar os padrões de desempenho para níveis melhores. Controle pode ser conceituado como aderência ao padrão, levando à manutenção do

status quo (JURAN, 1995). Com significados opostos, essas duas atividades, complementares entre si e partes do mesmo ciclo, seriam vitais para a sobrevivência e manutenção do sistema de gestão, na medida em que elas possibilitariam a implantação de mudanças ao longo do tempo.

Com exceção da ISO 26000, as normas ISO 9001 e 14001 utilizam o conceito de melhoria contínua através do ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA). O ciclo PDCA viabiliza um processo iterativo cujas etapas são: Plan (planejar): estabelecer os objetivos ambientais/qualidade e os processos necessários para entregar resultados de acordo com a política ambiental/qualidade da organização; Do (fazer): implementar os processos conforme planejado; Check (checar): monitorar e medir os processos em relação à política ambiental/de qualidade, incluindo seus compromissos, objetivos ambientais/qualidade e critérios operacionais, e reportar os resultados; e Act (agir): tomar ações para melhoria contínua (ABNT ISO 9001, 2015 e ABNT ISO 14001, 2015).

É importante observar que todas as quatro etapas estão diretamente vinculadas à uma política de qualidade e/ou ambiental. Isso porque a definição de uma política de qualidade/ambiental é um requisito mandatário para a implantação da ISO 9001 e 14001 (VALLE, 2002; CARPINETTI e GEROLAMO, 2016).

A política de qualidade/ambiental tem o propósito de estabelecer, implementar e manter procedimentos que sejam apropriados ao contexto da atividade e do local, de prover uma estrutura para o estabelecimento dos objetivos da qualidade/ambientais, de se comprometer em atender requisitos aplicáveis à atividade e com a melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade e ambiental (ABNT ISO 9001, 2015 e ABNT ISO 14001, 2015).

As normas da série ABNT NBR ISO 9000 estão relacionadas ao modelo de gestão da qualidade enquanto as da série NBR ISO 14000 primam pela gestão Ambiental (ABNT ISO 9001, 2015 e ABNT ISO 14001, 2015). A Norma ISO 26000 aborda a temática de responsabilidade social (ABNT ISO 26000, 2010). A família de normas NBR ISO 9000:1994 (9001, 9002 e 9003) foi cancelada e substituída pela série de normas ABNT NBR ISO 9000:2000, que é composta de três normas:

ABNT NBR ISO 9000:2015: Descreve os fundamentos de sistemas de gestão da qualidade e estabelece a terminologia para estes sistemas.

ABNT NBR ISO 9001:2015: Especifica requisitos para um Sistema de Gestão da Qualidade, onde uma organização precisa demonstrar sua capacidade para fornecer produtos que atendam aos requisitos do cliente e aos requisitos regulamentares aplicáveis, e objetiva aumentar a satisfação do cliente.

ABNT NBR ISO 9004:2010: Fornece diretrizes que consideram tanto a eficácia como a eficiência do sistema de gestão da qualidade. O objetivo desta norma é melhorar o desempenho da organização e a satisfação dos clientes e das outras partes interessadas.

A série ISO 14000 possui muitas normas, sendo a norma ISO 14001 uma das mais conhecidas (VALLE, 2002). Existem diversas outras com várias especificações em relação à gestão ambiental, como a ISO 14004: normas sobre o SGA, porém destinadas à parte interna da empresa; ISO 14010: normas relacionadas à auditoria ambiental e sua credibilidade; ISO 14031: normas sobre o desempenho do SGA e ISO 14020: normas relacionadas aos rótulos e declarações ambientais.

A ISO 26000 foi a primeira norma internacional de Responsabilidade Social Empresarial. Seu objetivo é traçar diretrizes e premissas para auxiliar empresas de diferentes portes na implantação e desenvolvimento de políticas baseadas na sustentabilidade.

A ISO 9001 é a norma de sistema de gestão da qualidade (SGQ) reconhecida internacionalmente, utilizada por organizações que desejam comprovar sua capacidade de fornecer produtos e serviços que atendem às necessidades de seus clientes e requisitos legais e regulatórios aplicáveis, com o objetivo de aumentar a satisfação do cliente por meio de melhorias de processo e avaliação da conformidade (ABNT, 2008 e ABNT, 2015).

A ISO 14001 tem o objetivo de prover às organizações uma estrutura para a proteção do meio ambiente e possibilitar uma resposta às mudanças das condições ambientais em equilíbrio com as necessidades socioeconômicas (ABNT ISO 14001, 2015).

A ISO 26000 fornece orientações sobre os princípios subjacentes à responsabilidade social, reconhecendo a responsabilidade social e o engajamento das partes interessadas, os temas centrais e as questões pertinentes à responsabilidade social

e formas de integrar o comportamento socialmente responsável (ABNT ISO 26000, 2010).

Todas estas Normas são aplicáveis a qualquer organização - independentemente do tamanho, setor e tipo de produto ou serviços (ABNT ISO 9001, 2008 e ABNT ISO 14001, 2004 e ABNT ISO 26000, 2010).

Também podem ser implantadas de forma integrada, assim De Cicco (2004b) define o Sistema de Gestão Integrada (SGI) como a combinação de processos, procedimentos e práticas utilizados em uma organização para implementar suas políticas de gestão. Afirma ainda que a implantação do SGI pode ser mais eficiente do que quando há diversos sistemas de gestão individuais se sobrepondo.

1.6. Banco de dados relacionais

Segundo Date (2003, p. 10), “Um banco de dados é uma coleção de dados persistentes, usada pelos sistemas de aplicação de uma determinada empresa”. Em outras palavras, um banco de dados é um local onde são armazenados dados necessários à manutenção das atividades de determinada organização, sendo este repositório a fonte de dados para as aplicações atuais e as que vierem a existir.

Para Elmasri e Navathe (2011, p. 3), um banco de dados é uma coleção logicamente coerente de dados com algum significado inerente. O autor ainda afirma que uma variedade aleatória de dados não pode ser corretamente chamada de banco de dados, ou seja, um banco de dados é projetado, construído e alimentado com dados para uma finalidade específica. Ele possui um grupo definido de usuários e algumas aplicações previamente concebidas nas quais esses usuários estão interessados.

Assim, um banco de dados é um conjunto organizado de dados relacionados, criado com determinado objetivo e que atende uma comunidade de usuários.

1.7. Projeto Básico e Projeto Executivo

De acordo com a Lei 8.666/1993, inciso IX, Projeto Básico é o conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução.

A Resolução CONFEA 361/91 prevê em seus arts. 1º e 2º que o Projeto Básico é o conjunto de elementos que define a obra, o serviço ou o complexo de obras e serviços que compõem o empreendimento, de tal modo que suas características básicas e desempenho almejado estejam perfeitamente definidos, possibilitando a estimativa de seu custo e prazo de execução. E que este é uma fase perfeitamente definida de um conjunto mais abrangente de estudos e projetos, precedido por estudos preliminares, anteprojeto, estudos de viabilidade técnica, econômica e avaliação de impacto ambiental, e sucedido pela fase de projeto executivo.

O Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas (IBRAOP), por sua vez, em sua Orientação Técnica 001/2006 define Projeto Básico como o conjunto de desenhos, memoriais descritivos, especificações técnicas, orçamento, cronograma e demais elementos técnicos necessários e suficientes à precisa caracterização da obra a ser executada, atendendo as Normas Técnicas e a legislação vigente, elaborado com base em estudos anteriores que assegurem a viabilidade e o adequado tratamento ambiental do empreendimento.

O Projeto básico é uma etapa anterior ao projeto executivo. De acordo com a Lei 8.666/93, inciso X, o Projeto Executivo é o conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Sua elaboração pode ser providenciada antes da licitação, mas após a aprovação do Projeto Básico, ou concomitantemente a realização física do objeto, ou seja, durante a execução da obra ou do serviço. Assim o Projeto Executivo não é um novo Projeto, e sim, o melhor detalhamento do Projeto Básico.

De acordo com Brasil (TCU, 2014), o projeto básico é o elemento mais importante na execução de obra pública e que falhas em sua definição ou constituição podem dificultar a obtenção do resultado almejado pela Administração. Ele deve abranger toda a obra e possuir os requisitos estabelecidos pela Lei das Licitações que são: possuir os elementos necessários e suficientes para definir e caracterizar o objeto a ser contratado; ter nível de precisão adequado; ser elaborado com base nos estudos técnicos preliminares que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento; possibilitar a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos executivos e do prazo de execução; identificar claramente todos os elementos constitutivos do empreendimento; trazer soluções técnicas globais e

localizadas; identificar e especificar todas as etapas dos serviços, materiais e equipamentos a incorporar à obra; orçar detalhadamente o custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.

1.8. Ecologia Industrial

Conforme Almeida e Giannetti (2012), para a Ecologia Industrial cada indústria e sua estrutura são consideradas como um sistema produtivo e também como um subsistema da biosfera. O autor afirma ainda que as indústrias podem ser vistas como organizações de fluxos de matéria, energia e informação e sua evolução deve ser compatível com o funcionamento dos ecossistemas onde estão inseridas. Essa abordagem possibilita visualizar as organizações como ecossistemas industriais sustentados por ecossistemas naturais, que são os produtores de matéria-prima (KRAVCHENKO et al, 2016).

1.9. Manejo adaptativo

Manejo Adaptativo pode ser definido como qualquer “forma de manejo que estimula, quando necessárias, mudanças periódicas nos objetivos e protocolos de manejo, em resposta aos dados de monitoramento e outras novas informações (DURIGAN; RAMOS, 2013).

Para Gunderson e Holling (2002) e Berkes et al. (2003) o manejo adaptativo, ou aprendizagem pela prática, tem se tornado uma poderosa ferramenta para lidar com a complexidade e imprevisibilidade das ações de manejo dos recursos naturais.

Mistry e Bizerril (2011) afirmam que, na prática, viabilizar o manejo adaptativo na prática requer um profundo conhecimento dos sistemas sócio-ecológicos, o que nem sempre é tarefa fácil.

O conceito de Manejo Adaptativo aplicado à conservação e restauração de ecossistemas surgiu a partir das evidências científicas de que, muitas vezes, manejar é preciso para que as metas possam ser atingidas (DURIGAN; RAMOS, 2013).

1.10. Objetivos de Áreas Protegidas ou Unidades de Conservação

De acordo com o SNUC, Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, unidade de conservação é um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Ainda conforme esta lei entende-se por “manejo”, todo e qualquer procedimento que vise assegurar a conservação da diversidade biológica e dos ecossistemas.

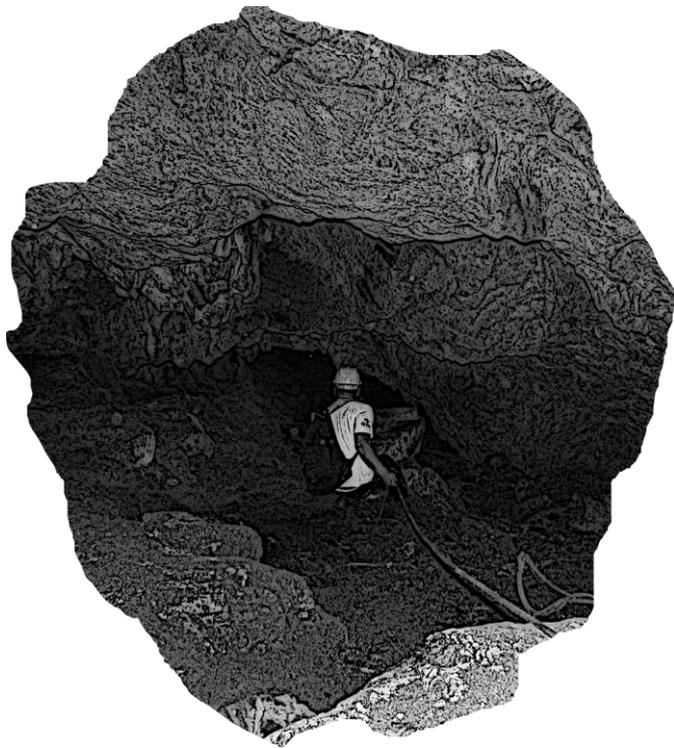
Baseada na premissa de conservação e proteção, os objetivos do SNUC são: I - contribuir para a manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais; II - proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional; III - contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais; IV - promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais; V - promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento; VI - proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica; VII - proteger as características relevantes de natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural; VIII - proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos; IX - recuperar ou restaurar ecossistemas degradados; X - proporcionar meios e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental; XI - valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica; XII - favorecer condições e promover a educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico e; XIII - proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente (BRASIL, 2000).

Em contrapartida, em âmbito internacional a *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), declara que uma área protegida independentemente de sua categoria visa o cumprimento dos seguintes objetivos: conservar a composição, a estrutura, a função e o potencial evolutivo da biodiversidade; contribuir para estratégias regionais de conservação (como reservas-núcleo, zonas de amortecimento, corredores, *steppingstones* para espécies migratórias, etc.); manter a diversidade da paisagem ou do habitat, e de espécies e ecossistemas associados; ter tamanho suficiente para garantir a integridade e a manutenção das metas de conservação especificadas no longo prazo ou poder ser aumentada para alcançar esse propósito; manter os valores que lhe foram atribuídos com perpetuidade; operar sob a orientação de um plano de manejo e de um programa de monitoramento e avaliação que deem apoio à gestão adaptativa; possuir um sistema de governança claro, eficaz e equitativo (BORRINI-FEYERABEND et al., 2017).

CAPÍTULO 2 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

**“A mecânica quântica requer uma atenção séria. Mas
uma voz interior me diz que isto não é o
verdadeiro Jacó. A teoria é bem-sucedida, mas
ela não nos aproxima dos segredos de Deus”**

Albert Einstein



Descendo de corda na gruta da Capelinha (Parque Estadual do Rio Turvo, Cajati – SP)

Com o intuito de buscar as lacunas do PC, utilizou-se como procedimento metodológico a análise e a revisão bibliográfica das temáticas abrangidas pelos PME, dos Programas de Gestão dos PME que envolvem a implantação dos equipamentos facilitadores e dos próprios PME.

Contou-se ainda com informações obtidas através de participação da pesquisadora em reuniões técnicas junto à Fundação Florestal para discussão e adaptação do PC a um termo de referência para a contratação de empresa especializada para a elaboração do projeto executivo da escadaria da Gruta da Capelinha, localizada no PERT, município de Barra do Turvo – SP. Nestas reuniões observou-se as dificuldades da FF em configurar o PC dentro das normativas de TR da instituição.

Também foram feitas visitas técnicas em algumas cavernas para a avaliação funcional dos equipamentos facilitadores existentes, bem como entrevistas (conversas informais) com monitores ambientais do PEI, PETAR e o gestor do PERT, com enfoque nos procedimentos de instalação, monitoramento e manutenção dos equipamentos facilitadores existentes.

A partir destas informações buscou-se identificar as lacunas que tinham o potencial de inviabilizar a implantação PC, bem como buscou-se estratégias para preencher tais lacunas obtidas.

Para tanto se fez ensaios e reflexões sobre as estratégias de estruturação de um sistema de gestão que atendesse a realidade administrativa, financeira, logística e operacional de uma Unidade de Conservação tendo como base as Normas ABNT ISO 9001 e 14001.

A revisão de literatura possibilitou utilizar, e aprofundar, as temáticas identificadas no PC e nos PME, para a construção do SGI-IEF. Alguns temas como geodiversidade, espeleoturismo, plano de manejo espeleológico e biodiversidade estavam explícitos e bem pontuados nos PME. A temática do material inerte e equipamentos facilitadores foi apresentada tanto no PC quanto nos PME, entretanto a discussão não foi aprofundada. Nesta pesquisa este aprofundamento foi essencial para a construção do SGI-IEF visto que direcionou como deve ser tratada a questão da inertibilidade de materiais no ambiente cavernícola.

O conceito de PDCA foi abordado no PC como base metodológica, enquanto melhoria continua foi apenas citada nos Programas de Gestão dos PME. Em ambos estas temáticas não estavam inseridas em um contexto mais amplo. Assim, a revisão bibliográfica destes temas juntamente com o conceito de cadeia produtiva e as Normas

ISO 9001 e 14001 possibilitou a revisão conceitual utilizada no PC e a transformação desta ferramenta em um Sistema de Gestão.

As normas ISO são normalmente implantadas para gerir cadeias produtivas de indústrias ou serviços. Assim, para adaptar a metodologia destas normas ao cenário da gestão de unidades de conservação, utilizou-se o conceito de manejo adaptativo, bem como os objetivos de Áreas Protegidas ou Unidades de Conservação do SNUC e IUCN.

As temáticas de projeto básico, projeto executivo e banco de dados relacionais foram utilizadas para a construção do SGI-IEF em si. Por se tratar de uma ferramenta semelhante à uma norma técnica estas temáticas compõem requisitos importantíssimos para o funcionamento e manutenção do sistema.

Após o levantamento de dados, a construção do SGI-IEF seguiu-se por etapas. A primeira etapa foi revisar e aprofundar o termo “material inerte”, que no PC é denominado de “grau de inertibilidade”. A segunda etapa foi construir uma concepção de ferramenta para o armazenamento e organização das informações coletadas para a seleção dos materiais, que possibilitasse a gestão destas informações considerando as premissas e conceitos das Normas ISO 9001, 14001.

A terceira etapa foi contextualizar a abrangência das atividades relacionadas com todas as etapas da implantação de equipamentos facilitadores, ou seja, elaboração de projeto, implantação, manutenção, monitoramento e implantação, à um sistema de gestão que possibilitasse a melhoria contínua. Nesta etapa utilizaram-se as concepções de cadeias produtivas.

A quarta etapa foi a construção do SGI-IEF, a partir do modelo de estabelecimento de requisitos mínimos para um sistema de gestão de qualidade e ambiental.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

“Tudo tem um propósito, até as máquinas. Os relógios dizem as horas e os trens levam a algum lugar [...]

Talvez por isso as máquinas quebradas me deixam triste. Elas não fazem o que deveriam.

Talvez seja igual com as pessoas. Se você perde o seu propósito, é como estar quebrado.”

Hugo Cabret



Gruta da Capelinha - Parque Estadual do Rio Turvo, Cajati – SP

3.1. Análise do objeto da pesquisa: O Projeto Conceitual

O PC foi elaborado considerando seu papel de documento orientador para o desenvolvimento de todas as etapas necessárias para a implantação dos equipamentos facilitadores conforme as premissas dos PME.

Para tanto, foi configurado em um formato de protocolo que estabelece, detalhadamente, os procedimentos para o desenvolvimento de cada etapa do processo de implantação dos equipamentos facilitadores em cavernas, desde a elaboração de planta e memorial descritivo da caverna, até a implantação e monitoramento de cada equipamento facilitador (ECOBIO e SÃO PAULO, 2015).

Além de determinar o método a ser utilizado em cada etapa, o PC é inflexível e não possibilita adaptações que, por ventura, possam obter melhores resultados com menor custo.

Como exemplo, aponta-se a exigência para a planta da caverna e o memorial descritivo, é uma topografia 5D com uma distância de 2,00 m para cada visada.

O PC ainda propõe o preenchimento de seis matrizes para subsidiar a tomada de decisão quanto ao caminhamento na caverna. As matrizes abordam um número limitado de fatores a serem analisados, e tratam das seguintes temáticas: Segurança do visitante, percepção do visitante, pontos de dispersão, preservação da caverna e plano de contingência (ECOBIO e SÃO PAULO, 2015).

O foco do PC é a implantação do equipamento facilitador, bem como as questões que envolvem a inertibilidade dos materiais a serem utilizados.

Apesar desta característica engessada e inflexível, este protocolo trouxe diversas inovações conceituais e metodológicas para a implantação dos equipamentos facilitadores. Entre elas, expôs um novo olhar para a discussão do material inerte, e propôs um método que, amparado no ciclo do PDCA, visa garantir o registro detalhado de cada etapa da implantação dos equipamentos facilitadores. Ainda vislumbra a implantação do processo de melhoria contínua para as etapas de instalação, monitoramento e manutenção dos equipamentos facilitadores, bem como considera a organização das informações em um banco de dados.

3.2. Lacunas do Projeto Conceitual

As características inflexíveis e engessadas do PC tornaram sua implantação inviável ou incompatível com a realidade de uma unidade de conservação. Assim, foi necessário buscar os elementos que causaram tamanha rigidez.

A rigidez estava associada a concepção do PC, que considerou o equipamento facilitador como um produto final e, que apesar de trazer diversas inovações conceituais e priorizar a excelência construtiva e de monitoramento de cada equipamento, não conseguiu inserir as inovações propostas no contexto da gestão de uma caverna turística inserida em uma unidade de conservação e no atendimento as premissas dos PME.

Para os PME, o produto final é o turismo em cavernas localizadas em unidade de conservação cujos objetivos são: mínimo impacto à caverna e a ecologia cavernícola, excelência na experiência do visitante quanto à segurança, contato com o meio e educação ambiental e, fonte de renda para a região em um contexto de sustentabilidade socioambiental. Os equipamentos facilitadores são parte deste produto (SÃO PAULO, 2014a, SÃO PAULO, 2014b, SÃO PAULO, 2014c, SÃO PAULO, 2014d).

Assim, foi necessário rever a concepção do PC. Iniciou-se esta releitura a partir da temática que culminou a elaboração do PC – o termo “material inerte” (ECOBIO e SÃO PAULO, 2015). Na sequência buscou-se estratégias para atender a demanda do produto final proposto pelos PME, mantendo os avanços conceituais trazidos pelo PC.

3.3. Preenchendo as lacunas e construindo o SGI-IEF

O PC abordou a questão da inertibilidade dos materiais em caverna com a proposta de mensuração de deterioração dos respectivos materiais em uma escala específica denominada “Grau de Inertibilidade” (ECOBIO e SÃO PAULO, 2015).

Conforme Isaia (2017), a maioria dos materiais em contato com o meio ambiente forma um sistema instável, o que gera um potencial de reatividade, porém não determina a velocidade com que ela possa ocorrer e como ocorrerá.

Por não existirem, na literatura, estudos específicos sobre a deterioração de materiais em ambiente cavernícola, o estabelecimento de uma escala com base em ensaios laboratoriais ou fichas técnicas de materiais utilizados na indústria, por exemplo, poderia trazer equívocos quanto à determinação dos intervalos desta escala, bem como quanto à reatividade e aos potenciais impactos dos materiais na ecologia cavernícola. Assim, determinar um “Grau de Inertibilidade” para cada material do

equipamento facilitador de cada caverna não corresponderia a uma escala confiável ou próxima a realidade das reações potenciais entre os materiais e a ecologia cavernícola.

De acordo com o PME: *“O controle, minimização, e eliminação dos impactos da visitação dependem de um intenso trabalho de manejo e poucas vezes respondem imediatamente as intervenções aplicadas. O uso de metas de redução surge com uma eficiente ferramenta de manejo, na qual, de acordo com o entendimento do impacto e sua gravidade, é possível estipular metas de redução a serem alcançadas em um determinado período de tempo”* (SÃO PAULO, 2014b, p. 142).

A abordagem utilizada pelo PC - “Grau de inertibilidade” – ainda possibilita que todo e qualquer material tenha potencialidade para ser testado, e a partir dos testes, pode-se estabelecer a escala deste material no ambiente cavernícola. Esta fase de “testes” pode trazer danos a ecologia cavernícola, o que torna a abordagem de “Grau de Inertibilidade” uma ferramenta de manejo ineficaz como prevê as diretrizes estabelecidas nos PME.

Para tornar a seleção dos materiais bem como o método de monitoramento de sua deterioração mais restritivo, alterou-se o termo “Grau de Inertibilidade” para “material com potencial de monitoramento de inertibilidade frente ao ambiente cavernícola”.

O PC, assim como esta pesquisa, são desdobramentos de uma demanda que partiu da necessidade do atendimento à uma legislação e cujas cavernas envolvidas na Ação Civil Pública estão inseridas em Unidades de Conservação (SÃO PAULO, 2014a, SÃO PAULO, 2014b, SÃO PAULO, 2014c, SÃO PAULO, 2014d, ECOBIO e SÃO PAULO, 2015). Dentro deste contexto, os critérios mínimos para determinar o “material com potencial de monitoramento de inertibilidade frente ao ambiente cavernícola”, passou a atender concomitantemente as especificações técnicas do material, às legislações vigentes e os PME,

Com esta nova abordagem para material inerte, estabeleceu as estratégias para determinar o que é um material com potencial de monitoramento. Entretanto, tais estratégias foram determinadas sob uma nova ótica, onde o equipamento facilitador estava inserido em uma cadeia produtiva.

Por tratar-se de um contexto de unidade de conservação, a concepção da cadeia produtiva deveria abranger os objetivos de áreas protegidas conforme o SNUC. Assim, utilizar conceitos de cadeias produtivas aplicadas em indústrias seria um equívoco. Optou-se pela concepção de Ecologia Industrial, visto que essa abordagem possibilita visualizar as organizações como ecossistemas industriais sustentados por ecossistemas naturais, que são os produtores de matéria-prima (KRAVCHENKO et al, 2016).

A característica apontada por Kravchenko et al.(2016) associada à definição de Almeida e Giannetti (2012), que afirmam que para a Ecologia Industrial cada indústria e sua estrutura são consideradas como um sistema produtivo e também como um subsistema da biosfera, e que as indústrias podem ser vistas como organizações de fluxos de matéria, energia e informação e sua evolução deve ser compatível com o funcionamento dos ecossistemas onde estão inseridas, se enquadram e corroboram com as premissas de gestão dos PME.

Para estruturar e ilustrar o trecho da cadeia produtiva do turismo em cavernas inseridas em unidades de conservação que trata das ações vinculadas à implantação e monitoramento dos equipamentos facilitadores optou-se pelo modelo da gestão de demanda proposta por Croxton et al. (2008). Este modelo mostra a gestão da demanda no plano estratégico e operacional, bem como permite que a gestão da demanda seja compreendida a partir de todas as suas interfaces, oferecendo, assim, uma visão integrada do relacionamento entre todos os processos, funções organizacionais e elos-chave da cadeia produtiva.

Identificou-se os processos estratégicos e operacionais a partir do Projeto Conceitual, PME e conversas com gestores, monitores ambientais e técnicos da Fundação Florestal. Para os processos estratégicos determinaram-se as metas necessárias para atingir a eficácia do produto deste trecho da cadeia produtiva. Para os processos operacionais, foram considerados os procedimentos necessários à viabilização dos processos estratégicos. Como interface entre os processos estão os subsistemas de gestão (CROXTON et al., 2008).

A Figura 01 apresenta o modelo de gestão proposto para a cadeia produtiva que pode envolver a implantação dos equipamentos facilitadores.

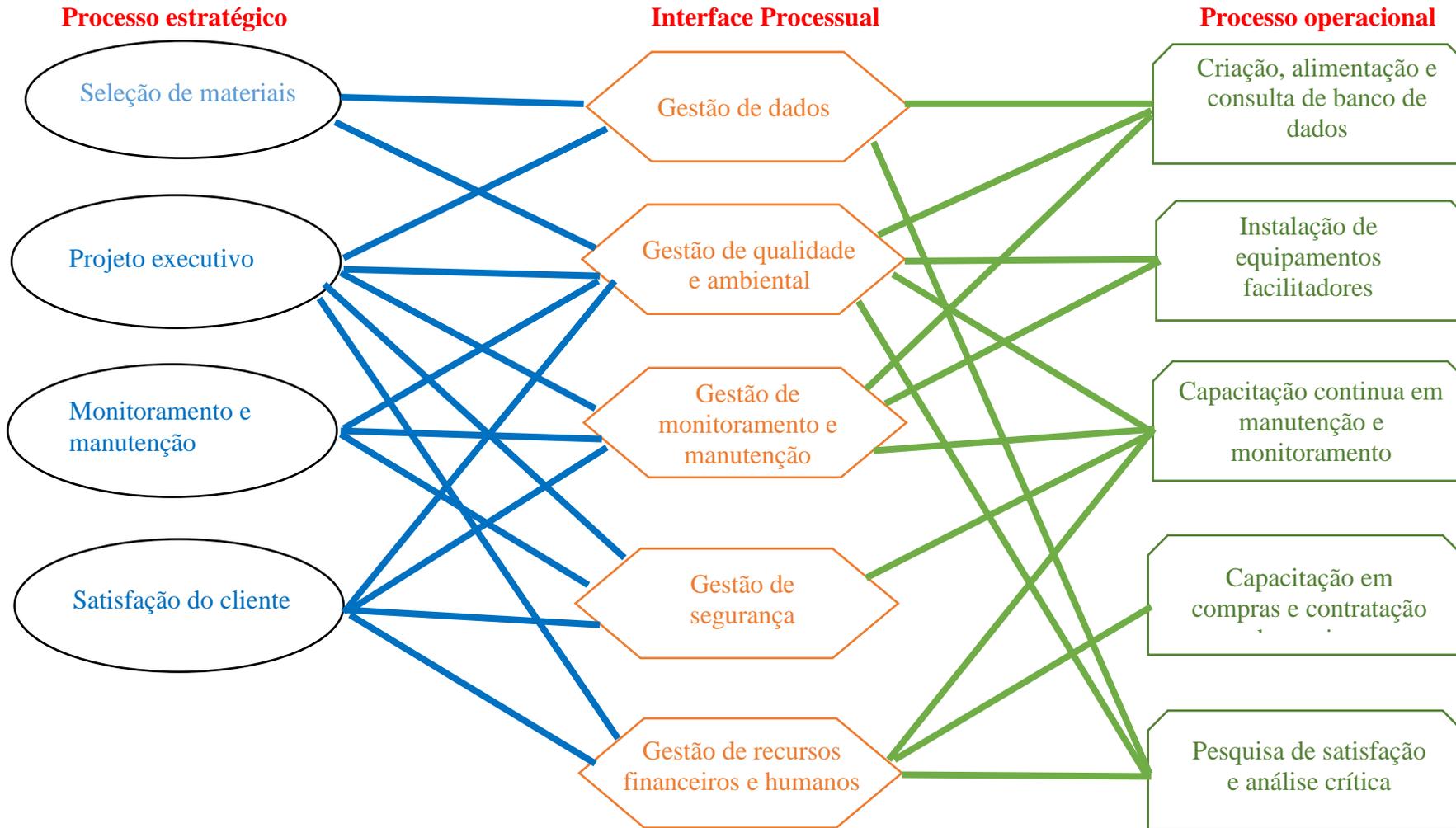


Figura 01: Adaptação de modelo de gestão de demanda de Croxton et al. (2008) para o trecho da cadeia produtiva dos equipamentos facilitadores

A partir da releitura do PC, que inseriu a implantação dos equipamentos facilitadores em uma cadeia produtiva, identificou-se a necessidade de estabelecer um método de gestão que compactuasse com a proposta de melhoria contínua explicitada no PC e nos PME (SÃO PAULO, 2014a, SÃO PAULO, 2014b, SÃO PAULO, 2014c, SÃO PAULO, 2014d, ECOBIO e SÃO PAULO, 2015).

O ciclo PDCA viabiliza a melhoria contínua a partir do monitoramento e análise de dados, e ações de melhoria a partir dos resultados das análises (ABNT ISO 9001, 2015 e ABNT ISO 14001, 2015). Essa sistemática corrobora com os objetivos de área protegidas estabelecidos pela IUCN, no que tange a *“operar sob a orientação de um plano de manejo e de um programa de monitoramento e avaliação que deem apoio à gestão adaptativa; possuir um sistema de governança claro, eficaz e equitativo”* (BORRINI-FEYERABEND et al., 2017).

Assim, optou-se por considerar como ferramenta de gestão da cadeia produtiva as concepções das Normas ISO 9001 e 14001. Em ambas as normas a política de qualidade e ambiental tem o propósito de estabelecer, implementar e manter procedimentos que sejam apropriados ao contexto da atividade e do local, de prover uma estrutura para o estabelecimento dos objetivos da qualidade e ambientais, de se comprometer em atender requisitos aplicáveis à atividade e com a melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade e ambiental (ABNT ISO 9001, 2015 e ABNT ISO 14001, 2015).

Essas premissas corroboram com os PME, com o PC aprovado pela Fundação Florestal, com o SNUC e com os objetivos de áreas protegidas estabelecidos pela IUCN.

Sendo a definição da política de qualidade e ambiental um requisito mandatário das normas ISO 9001 e 14001 (ABNT ISO 9001, 2015 e ABNT ISO 14001, 2015), fez-se necessário estabelecer a política para a base da gestão da cadeia produtiva.

Identificou-se que diversas linhas de ação dos Programas de Gestão dos PME estavam alinhadas com alguns os requisitos das Normas ISO.

O Quadro 1 apresenta trechos do Programa de Gestão do PME do PERT que se mostram alinhados com os requisitos e conceitos das Normas ISO 9001, 14001 e 26000.

Quadro 1: Trechos do Programa de gestão do PME do PERT que estão alinhados aos requisitos da Normas ISO 9001 e 14001 e Norma ISO 26000

TRECHO DO PME	CORRELAÇÃO COM AS NORMAS
<p>Página 117 - <i>“Devem ser aperfeiçoadas as medidas e ações voltadas à minimização de impactos da visitação e a proteção efetiva do ambiente subterrâneo em um processo contínuo e permanente, e levando-se em conta o papel educador e gerador de oportunidades de trabalho e renda, fazendo que a gruta seja vista como uma das alternativas ao desenvolvimento socioeconômico da comunidade local”</i>.*</p>	<p>Alinhamento com a ISO 14001³ e 26000⁴ – Preocupação com a mitigação de impactos ambientais, melhoria contínua do processo de mitigação dos impactos, e responsabilidade social com o desenvolvimento econômico da comunidade local.</p>
<p>Página 126 – <i>“Realizar estudos de demanda e satisfação dos usuários*</i> <i>Outro importante subsídio à gestão é o grau de satisfação dos visitantes em relação ao roteiro conhecido e à experiência vivenciada. Diversos aspectos interferem nos resultados desta análise, como o tempo despendido no roteiro, o nível de conhecimento do monitor, o direcionamento do público em função de seus aspectos motivadores básicos – aventura, contemplação etc., e a segurança percebida, entre outros.”</i></p>	<p>Alinhamento com a ISO 9001² – Preocupação com a satisfação do cliente, visto que o produto em questão é o roteiro conhecido e a vivência do turista.</p>
<p>Página 128 – <i>“Promover processos de formação continuada do corpo funcional do Parque”</i>*</p>	<p>Alinhamento com a ISO 9001² – Preocupação em assegurar que as responsabilidades e autoridades para papéis pertinentes sejam atribuídas, comunicadas e entendidas, visando a integridade do sistema de gestão da qualidade.</p>
<p>Página 129 – <i>“Implantar um sistema de gestão de riscos em cavernas (Plano de Contingência e Riscos)”</i>*</p>	<p>Alinhamento com a ISO 9001² – Preocupação em implantar ações preventivas através de coleta, armazenamento e análise de dados.</p>
<p>Página 129 – <i>“Implantar roteiros espeleoturísticos de forma escalonada”</i>*</p>	<p>Alinhamento com a ISO 14001³ – Avaliação de aspectos e impactos ambientais considerando os riscos e oportunidades que precisam ser abordados.</p>
<p>Página 129 – <i>“Promover processos de formação continuada para os monitores ambientais que incluam monitores regionais”</i>*</p>	<p>Alinhamento com a ISO 26000⁴ – Preocupação com o fomento ao desenvolvimento sustentável da comunidade local.</p>
<p>Página 132 – “O Processo de Monitoramento e o Ciclo de Avaliação* Grande parte dos indicadores de impactos selecionados podem ser aplicados, futuramente, pelos próprios monitores ambientais locais que atuam no PETAR, espeleólogos e voluntários, contudo estes devem ser capacitados para tal, evitando com isso subjetividade na leitura dos indicadores e erros de interpretação”</p>	<p>Alinhamento com a ISO 9001² e 14001³ – Preocupação com a identificação e monitoramento de aspectos e impactos ambientais e preocupação em assegurar que as responsabilidades e autoridades para papéis pertinentes sejam atribuídas, comunicadas e entendidas, visando a integridade do sistema de gestão da qualidade.</p>
<p>Página 142 – Quanto ao Monitoramento de indicadores definidos nos PME* Através da comparação entre os índices observados no monitoramento e os determinados pelo padrão, será possível verificar a não</p>	<p>Alinhamento com a ISO 9001² e 14001³ – Conforme item 10.2 de ambas as Normas: Ao ocorrer uma não conformidade, a organização deve: a) reagir à não conformidade e, como</p>

<p>conformidade de um indicador específico, ou seja, que se encontra fora do padrão estabelecido e, assim, determinar ações de manejo a fim de reverter o quadro de impactos.</p>	<p>aplicável: 1) tomar ação para controlá-la e corrigi-la; 2) lidar com as consequências, incluindo mitigar impactos ambientais adversos; b) avaliar a necessidade de uma ação para eliminar as causas da não conformidade, a fim de que ela não se repita ou ocorra em outro lugar: 1) analisando criticamente a não conformidade; 2) determinando as causas da não conformidade; 3) determinando se não conformidades similares existem ou se poderiam potencialmente ocorrer; c) implementar qualquer ação necessária; d) analisar criticamente a eficácia de qualquer ação corretiva tomada; e) realizar mudanças no sistema de gestão ambiental, se necessário.</p> <p>As ações corretivas devem ser apropriadas à significância dos efeitos das não conformidades encontradas, incluindo o(s) impacto(s) ambiental(is).</p>
<p>Página 142 – Sobre gestão do monitoramento* Os padrões de monitoramento a serem estabelecidos são resultados de uma análise primária detalhada da caverna e, por isso, muito particulares para a situação encontrada, devendo assim ser determinados e alterados pelos responsáveis do monitoramento na UC</p>	<p>Alinhamento com a ISO 9001² e 14001³ – Conforme item 6.2.2. de ambas as normas: Ao planejar como alcançar seus objetivos da qualidade, a organização deve determinar: a) o que será feito; b) quais recursos serão requeridos; c) quem será responsável; d) quando isso será concluído; e) como os resultados serão avaliados.</p>
<p>Página 142 – Metas de redução* O controle, minimização, e eliminação dos impactos da visitação dependem de um intenso trabalho de manejo e poucas vezes respondem imediatamente as intervenções aplicadas. O uso de metas de redução surge com uma eficiente ferramenta de manejo, na qual, de acordo com o entendimento do impacto e sua gravidade, é possível estipular metas de redução a serem alcançadas em um determinado período de tempo</p>	<p>Alinhamento com a ISO 14001.³ Conforme item 3.2.7 -: uso de processos, práticas, técnicas, materiais, produtos, serviços ou energia para evitar, reduzir ou controlar (separadamente ou em conjunto) a geração, emissão ou descarga de qualquer tipo de poluente ou rejeito, a fim de reduzir os impactos ambientais adversos.</p> <p>A prevenção da poluição pode incluir redução ou eliminação da fonte; modificações no processo, produto ou serviço; uso eficiente de recursos; substituição de material e de energia; reuso; recuperação; reciclagem; regeneração; ou tratamento.</p>

* SÃO PAULO (Estado). Fundação Para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Plano de Manejo Espeleológico do Parque Estadual do Rio Turvo. São Paulo. 2014_c.

² ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: Sistema de Gestão de Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

³ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação de uso. Rio de Janeiro, 2015

⁴ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 26000: Diretrizes sobre responsabilidade social. Rio de Janeiro, 2010

Por conta deste alinhamento, estabeleceu-se que a política de qualidade e ambiental são os Programas de Gestão dos PME. O resultado final desta pesquisa foi a consolidação de uma ferramenta em formato semelhante ao preconizado em uma Norma ISO que uniu as premissas de unidades de conservação do SNUC e da IUCN com metodologias de gestão de qualidade e ambiental utilizadas em setores privados de indústrias e serviços. A união destas frentes e sua adaptação para o atendimento aos requisitos dos Programas de Gestão dos PME é inédita e inovadora. Atribui-se ainda a esta iniciativa um grande potencial para influenciar políticas públicas no que tange a gestão de cavernas turísticas em unidades de conservação. A SGI-IEF está apresentado na sequência.

3.4. SGI-IEF: Sistema de Gestão Integrado (Qualidade e Ambiental) – Implantação de Equipamentos Facilitadores

3.4.1. Definição

O SGI-IEF é um documento norteador para o desenvolvimento de todas as etapas necessárias para atender os Programas de Gestão dos PME no que tange a implantação dos equipamentos facilitadores. Seu objetivo é especificar requisitos que possam garantir a gestão de qualidade e ambiental, considerando um ciclo de melhoria contínua, o manejo adaptativo a atendimento ao SNUC e os objetivos da IUCN para áreas protegidas.

3.4.2. Composição

O SGI-EF é composto por seis partes, sendo estas: a) Parte 1 – Política Ambiental e de Qualidade; b) Parte 2 – Mapeamento de cadeia produtiva; c) Parte 3 - Memorial descritivo da caverna, d) Parte 2 - O projeto básico, e) Parte 3 - Gestão de dados e informações e f) Parte 4 – Sugestões de matrizes.

3.4.3. Parte 1– Política Ambiental e de Qualidade

Deve ser estabelecido a partir dos Programas de Gestão dos PME e abranger todo o contexto que envolve a realidade de uma unidade de conservação ou, o local onde a caverna está inserida.

3.4.4. Parte 2– Mapeamento da cadeia produtiva

O mapeamento deve ser feito considerando todos os elementos e *stakeholders* envolvidos e deve definir o fluxo entre esses elementos, bem como seus papéis e responsabilidades na cadeia produtiva

3.4.5. Parte 3– Memorial Descritivo da Caverna

3.4.5.1. Definição

O memorial descritivo é um documento que detalha todo o trajeto da caverna onde serão realizadas as intervenções para o turismo. Nele estão descritas e registradas as informações pormenorizadas de todos os detalhes necessários para a tomada de decisão quanto às intervenções e monitoramentos para cada trecho de cada cavidade natural, nos roteiros existentes ou propostos no PME de cada caverna. Também estão detalhadas as características e informações necessárias para a elaboração do projeto básico e projeto executivo do (s) equipamento (s) facilitador (es).

3.4.5.2. Composição do memorial descritivo

Composto por um produto em texto e um produto gráfico. Ambos os produtos devem considerar em seu desenvolvimento, no mínimo, os seguintes aspectos de tomada de decisão:

Segurança do visitante: considera a segurança do visitante frente ao percurso turístico na caverna. Considera possibilidades de: lesões, quedas, escorregamento ou outros acidentes que possam ocorrer devido à morfologia da caverna e ao tipo de visitação proposto: Neste aspecto deve ser considerado grupos de visitantes de todos os perfis.

No mínimo, ainda devem ser considerados como obstáculos, conforme Lobo et al. (2011):

- ✓ ***Inclina o e/ou locais lisos***: Locais do conduto com inclina o acentuada e/ou lisa que podem provocar escorregamento ou falta de equilíbrio causando a queda do visitante, ou obrigando este a se apoiar nas paredes ou espeleotemas das cavernas.

- ✓ **Lama:** Locais do conduto com lama (normalmente próximo à entrada da caverna) que podem provocar escorregamento ou falta de equilíbrio causando a queda do visitante, ou obrigando este a se apoiar nas paredes ou espeleotemas das cavernas.
- ✓ **Desnível:** Locais do conduto que apresentam desníveis como abismos ou degraus que possam trazer risco ao visitante.
- ✓ **Presença de água:** Locais do conduto que tenham corpos d'água que possam oferecer algum risco ao visitante, como corredeiras fortes ou rios e lagos mais profundos. Não são considerados eventos como cheias, tendo em vista a interdição da caverna para visitação em eventos como este.
- ✓ **Presença de estruturas:** indicar a presença ou não de estrutura de apoio e se ela está sendo eficaz na função de segurança do visitante.
Devem ainda ser considerados como avaliação de obstáculos:
- ✓ **Extensão do circuito interno:** Extensão total, em metros lineares, do trajeto de visitação a ser percorrido dentro da caverna. Nos trechos onde o caminho de ida e volta se sobrepõem, a metragem deve ser considerada em ambos os sentidos do caminhamento.
- ✓ **Pequenas escaladas:** Existência de obstáculos que precisem ser transpostos por meio de técnicas de escalada, sem uso de equipamentos específicos ou, no máximo, com instalação de cordas/cabos de apoio.
- ✓ **Teto baixo:** Presença de trechos onde o rebaixamento do teto e/ou elevação do piso não permitam ao visitante caminhar em posição ereta;
- ✓ **Quebra-corpo:** Presença de trechos estrangulados, entre blocos abatidos ou em condutos muito restritos.
- ✓ **Trechos escorregadios:** Trechos de no mínimo 3m de distância, onde a instabilidade e/ou o tipo de piso ofereçam risco eminente de queda, independente da existência de corrimãos ou apoios naturais no local.
- ✓ **Travessia de corpos d'água:** Travessia de cursos ou corpos d'água, independente da vazão do curso d'água ou distância percorrida, desde que esta seja suficiente para molhar os pés do visitante.
- ✓ **Trechos de natação:** Travessia de cursos ou corpos d'água onde seja necessário o uso de técnicas de natação ou mesmo de travessia com apoio de cordas/cabos em trechos de profundidade insuficiente para andar.

Percepção do visitante: locais do conduto que tragam ao visitante a sensação de estar num ambiente cavernícola pouco modificado. As sensações de exploração e aventura devem ser consideradas nesta matriz, tendo em vista que o espeleoturismo está, também, diretamente vinculado ao turismo de aventura. São considerados os mesmos

obstáculos do aspecto Segurança do visitante, entretanto com a perspectiva de colocar o visitante em contato com a diversidade ambiental do ambiente cavernícola. Inclui-se aqui, no mínimo:

- ✓ **Presença de equipamento facilitador:** indicar a presença ou não, a necessidade ou não, de equipamento facilitador. Caso o equipamento já exista, avaliar se está sendo eficaz na função de não ofuscar a paisagem.

Pontos de dispersão: Os aspectos vinculados à percepção e educação ambiental, bem como a interpretação ambiental e patrimonial, em pontos de agrupamento e dispersão do grupo. Por conta desta necessidade, nesta matriz deve ser considerada a questão do espaço para grupos conforme a indicação de capacidade de carga dos PME para cada caverna e roteiro. No mínimo devem ser avaliados:

- ✓ **Detalhamento da Paisagem:** Locais que estimulem a percepção e a imaginação do visitante, como formações de cavernas que possuem formas de bichos, pessoas, ou locais que possuem salões que histórias que agucem a percepção, sensações térmicas (mudança de temperatura do ambiente, corrente de vento, etc.), bem como locais propícios às explanações sobre o ambiente das cavernas, em seus diversos aspectos (geomorfológico, geológico, climático, biológico, arqueológico etc.). Cada um destes locais deve ser descrito com a devida justificativa.
- ✓ **“Blackout”:** Local propício a uma atividade comum em cavernas que é o “blackout”, onde todos apagam suas luzes para ter a sensação de escuridão total.
- ✓ **Espaço:** local que comporta o agrupamento de visitantes conforme a quantidade de pessoas por grupos indicada de capacidade de carga dos PME para cada caverna.

Nos pontos selecionados para a Pontos de dispersão, deve-se definir e delimitar o perímetro onde o grupo pode permanecer, bem como o caminhamento para a dispersão do grupo. Devem também conter um memorial fotográfico com a indicação das respectivas visadas em planta.

Conservação da ecologia cavernícola: trechos do conduto que apresentam características relevantes à conservação da ecologia cavernícola. Devem ser considerados, no mínimo, os seguintes aspectos:

- ✓ **Presença de fauna:** descrever as espécies, sua ecológica e medidas mitigatórias.
- ✓ **Presença de espeleotemas:** descrever a geomorfologia, seu status, e medidas mitigatórias.

- ✓ **Presença de equipamento facilitador:** indicar a presença de equipamento facilitador e se ela está sendo eficaz na função de conservação a ecologia cavernícola.
- ✓ **Inserção de equipamento facilitador:** trechos do conduto que requerem equipamento facilitador para delimitar o caminhamento.

3.4.5.3. Produto em texto

O produto em texto tem o objetivo de descrever detalhadamente o trecho turístico da caverna. Deve fornecer informações que possibilitem a avaliação, a tomada de decisão quanto ao caminhamento e o monitoramento dos percursos frente às premissas dos PME. Deve ainda justificar os aspectos a serem descritos e determinar os pontos do percurso estabelecidos no PME que devem ser descritos.

No mínimo, o produto em texto deve descrever com detalhes: os espeleotemas, os riscos ao visitante, a necessidade de estrutura de segurança e/ou locomoção (caso não esteja especificado no PME), os atrativos da caverna, a presença de fauna, a litologia, os riscos ao ambiente cavernícola, a presença de corpo d'água, a presença de gotejamento, o histórico de inundação e a descrição e a justificativa de caminhamento (caso não esteja especificado no PME).

Os requisitos para elaboração do produto em texto são:

- ✓ O produto em texto deve trazer as informações necessárias para o estabelecimento da demarcação do caminhamento nas cavernas de forma justificada.
- ✓ O produto em texto deve ser elaborado por equipe multidisciplinar. Deve-se justificar a necessidade da formação e capacitação em espeleologia e outras áreas correlatas necessárias para a elaboração do produto em texto;
- ✓ As informações do produto em texto devem ser organizadas e classificadas, no mínimo, nos temas (aspectos): Segurança do visitante, Percepção do ambiente cavernícola por parte do visitante (sensibilização ambiental, educação ambiental e interpretação ambiental e patrimonial), conservação da ecologia cavernícola e pontos de dispersão.
- ✓ Sugere-se que cada conjunto de aspectos referentes à um tema deve compor uma matriz de tomada de decisão. Cada conjunto de aspectos de tomada de decisão devem ser vinculadas à planta do produto gráfico afim de se possibilitar a identificação do local que está sendo descrito.

- ✓ O método de preenchimento das matrizes de tomada de decisão deve possuir um sistema de valoração que garanta a isenção de opinião pessoal do responsável pelo preenchimento da matriz. Como exemplo, pode-se utilizar o sistema booleano, ou seja, considerar o valor 0 para a inexistência do aspecto e o valor 1 para a existência do aspecto.

3.4.5.4. Produto em gráfico

O objetivo do produto em gráfico é fornecer uma planta detalhada da caverna que deve ser a base para a elaboração do projeto básico e projeto executivo do equipamento facilitador, considerando a legislação vigente e as premissas dos PME e deste Sistema de Gestão.

Os requisitos para elaboração do produto em gráfico são:

- ✓ A planta da caverna deve estar em escala compatível que possibilite a visualização da configuração e estrutura do (s) percurso (s) turístico (s) conforme PME.
- ✓ A planta do percurso turístico deve estar em escala compatível e demarcar detalhadamente o percurso turístico, conforme estabelecido no PME. Deve conter estreitamentos, quebra-corpos, formações cársticas, e os demais aspectos descritos no produto em texto;
- ✓ O processo de mapeamento deve seguir as normas e convenções espeleométricas da SBE (Sociedade Brasileira de Espeleologia), ou outra de melhor detalhe e apuração técnica.
- ✓ A planta deve utilizar, no mínimo, os métodos de Projeção Horizontal (PH) e Desenvolvimento Linear (DL), bem como os conceitos de continuidade e descontinuidade no mapeamento espeleométrico;
- ✓ Deve definir o grau de erro da topografia através de métodos reconhecidos como a graduação UIS (Union Internationale de Spéléologie) e a graduação BCRA (British Cave Research Association);
- ✓ O percentual de erro das medidas, se houver, deve ser descrito para cada trecho;
- ✓ A precisão da planta deve ser compatível com o requerido para a elaboração do projeto básico e projeto executivo do equipamento facilitador, conforme legislação vigente.

- ✓ Todas as plantas devem ser apresentadas em formato editável, preferencialmente em extensões utilizadas para elaboração de projetos de construção civil;
- ✓ Em caso de identificação de inconsistências entre o percurso definido no PME e a caverna, o fato deve ser informado e descrito detalhadamente ao órgão gestor;
- ✓ Os pontos definidos para a implantação do equipamento facilitador, devem ser apresentados de forma ampliada, com corte vertical e horizontal e com medidas detalhadas em toda a extensão onde o equipamento facilitador será instalado.
- ✓ Nos pontos definidos para a implantação do equipamento facilitador, deve ser apresentado um memorial fotográfico contendo os ângulos de visadas. Deve ser estabelecida visadas suficientes à elaboração do projeto básico e executivo do equipamento facilitador;
- ✓ Para a elaboração da planta detalhada podem ser utilizadas tecnologias de varredura 3D ou similar, desde que o resultado tenha precisão necessária para a elaboração do projeto básico e executivo, conforme a legislação vigente.

3.4.6. Parte 2 - O Projeto básico do equipamento facilitador

O projeto básico é composto por um produto em texto e outro em gráfico. Os requisitos para o projeto básico são:

- ✓ Todas as estruturas devem ser modulares e sua descrição no produto em texto deve ser dividida em três partes: Corpo; Revestimento e Fixação, sendo a fixação subdividida em: fixação entre módulos (fixação entre degraus, p.e.) e fixação do módulo à caverna.
- ✓ Devem ser produzidas duas formas de apresentação do Projeto Básico para cada equipamento facilitador. São elas: Produto em Texto e Produto em Gráfico.

3.4.6.1. Produto em texto

É composto pela descrição detalhada de cada parte do equipamento e deve atender, no mínimo, os seguintes requisitos:

- ✓ Descrição de cada parte do equipamento, detalhando as respectivas medidas e o material constituinte;
- ✓ Justificativa técnica para a seleção de cada material, contendo, no mínimo: a resistência a peso e corrosão, a deterioração frente ao ambiente cavernícola, bem como mínimo impacto visual à caverna.

- ✓ Apresentar norma técnica, se houver, para a seleção de cada material considerando a resistência a peso e corrosão, a deterioração frente ao ambiente cavernícola, bem como mínimo impacto visual à caverna.
- ✓ Apresentar o memorial de cálculo de resistência de cada equipamento;
- ✓ Apresentar a justificativa técnica para a escolha do design, material e formas de implantação, manutenção e monitoramento;
- ✓ Apresentar capacitação necessária, equipamentos e insumos necessários para a manutenção do equipamento facilitador e suas partes;
- ✓ Apresentar métodos de monitoramento do equipamento facilitador frente, no mínimo, aos aspectos do memorial descritivo;
- ✓ Identificar alternativas de manutenção e monitoramento, caso estas atividades não forem executadas por monitores ambientais, comunidade local ou funcionários do parque. Entende-se que contratos de empresas terceirizadas para executar a manutenção e monitoramento estão sujeitos a suspensões por motivos políticos e econômicos, e na ocorrência dessa a situação os equipamentos facilitadores pode se transformar num risco para os visitantes e para a conservação da ecologia cavernícola;
- ✓ Apresentar a descrição detalhada do processo de implantação de cada equipamento facilitador, contendo, no mínimo: cronograma de implantação, capacitação necessária para a implantação, número de profissionais envolvidos, bem como suas respectivas funções, equipamentos necessários para a implantação, tipo, quantidade e destino de resíduo proveniente da implantação, se houver;
- ✓ Apresentar descrição detalhada dos processos de avaliação (verificação) da estabilidade do equipamento facilitador, bem como das técnicas de manutenção, contendo no mínimo: os indicadores (locais e aspectos a serem verificados) e a periodicidade de verificação, justificativa técnica de cada indicador, técnicas de verificação, indicar e detalhar procedimentos de manutenção, periodicidade de manutenção.

3.4.6.2. Produto em Gráfico

É o desenho técnico de cada equipamento elaborado em sobreposição a planta do memorial descritivo e em conformidade com a legislação vigente para Projeto Básico.

Os requisitos do produto em gráfico são, no mínimo:

- ✓ O desenho técnico deve estar em formato digital editável e em escala compatível;
- ✓ O desenho técnico em formato impresso deve estar em escala compatível;
- ✓ Os desenhos técnicos devem seguir os critérios nas Normas ABNT;

3.4.7. Parte 3 – Gestão de dados e informações

O objetivo é a gestão da cadeia produtiva gerada pela implantação dos equipamentos facilitadores, a partir da coleta, armazenamento, organização e análise de dados e informações geradas em todos os processos desta cadeia produtiva. .

Os requisitos mínimos são:

- ✓ Definição e mapeamento da cadeia produtiva;
- ✓ Definição das responsabilidades e das capacitações necessárias para cada etapa da cadeia produtiva;
- ✓ Estabelecimento de um sistema de gerenciamento de dados que garanta a rastreabilidade e a reprodutibilidade da cadeia produtiva;
- ✓ Estabelecimento de um sistema de gerenciamento de dados que garanta o armazenamento dos dados de todas as etapas da cadeia produtiva e que possibilite o cruzamento e análises diversas, proporcionando a melhoria contínua e a utilização desta base para estudos diversos, inclusive acadêmicos;

3.4.8. Parte 4 – Sugestões de matrizes

Este sistema traz sugestão de matrizes de coleta e organização de dados nas Figuras 13 e 14. Estas matrizes são básicas e devem ser complementadas e/ou modificadas conforme a necessidade de cada percurso turístico e caverna, bem como cada cadeia produtiva.

3.4.8.1. Organização das matrizes

As matrizes foram elaboradas com o intuito de coletar e organizar as informações mínimas para a tomada das decisões com relação a design, material, formas de instalação, manutenção e monitoramento relativos à implantação dos equipamentos nas cavernas.

No formato sugerido, cada matriz refere-se à ao local e tipo de equipamento facilitador. E cada submatriz refere-se a uma parte do equipamento. A Figura 12 mostra como as matrizes estão organizadas.

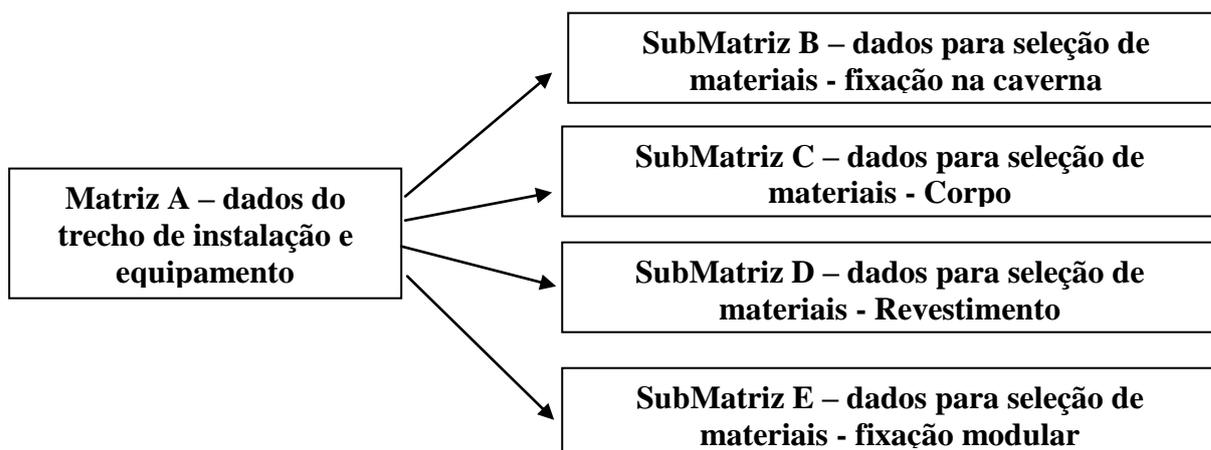


Figura 02: Forma de relacionamento entre a Matriz A e as demais submatrizes

A Figura 03 traz uma proposta para as informações da Matriz A e a Figura 04 mostra a proposta para o formato e organização das informações das demais submatrizes.

Matriz A – detalhamento do trecho de instalação do equipamento facilitador	
Dados do Trecho:	
Descrição detalhada da litologia:	
pH:	Média de temperatura:
Média de umidade:	Sujeito à inundação: () sim () não
Algum trecho em contato constante com água: sim () não ()	
Descreva:	
Sujeito a gotejamento: sim () não ()	
Descreva:	
Algum elemento da estrutura será utilizado como apoio para as mãos: sim () não ()	
Descreva (Considera-se questão da ergonomia e contato com a acidez das mãos):	
Observações:	
Dados do equipamento	
Tipo de equipamento	Função:
CC máxima em pessoa/dia:	Carga em Peso (multiplicado por 5) em Kg/m ² ou N:
Justificativa do equipamento:	
Definir os elementos provisórios do equipamento para:	
Fixação na caverna	
Parafuso () Amarração () Chumbamento () Outro: _____	
Corpo	
() degraus () paredes () guarda corpo () outro: _____	
Revestimento	

<input type="checkbox"/> Banho galvânico <input type="checkbox"/> capa <input type="checkbox"/> pintura <input type="checkbox"/> outro: _____
Fixação modular
<input type="checkbox"/> encaixe <input type="checkbox"/> amarração <input type="checkbox"/> Parafuso <input type="checkbox"/> outro: _____

Figura 03: Modelo proposto para a Matriz A

A submatriz da Figura 04 é composta por perguntas que irão direcionar a tomada de decisão quanto aos materiais e serem utilizados. Estas perguntas podem ser alteradas, assim como podem ser adicionadas novas perguntas para cada percurso turístico e cada caverna.

É imprescindível que se mantenha o atendimento aos PME e a legislação vigente para projeto básico.

Elemento: fixação modular (p.e.)		
Tipo: Parafuso (p.e.)		
PARTE 01 – LISTA DE MATERIAIS PASSÍVEIS DE USO		
Materiais indicados para avaliação: () Rocha () Madeira () Concreto Armado (X) Aço carbono (X) Aço inoxidável () Composto polimérico reforçado com fibra () Outro ()		
Descrição do outro: _____		
Para os materiais selecionados acima devem ser respondidos os seguintes questionamentos:		
SEGURANÇA DO VISITANTE		
	Aço Carbono	Aço Inoxidável
Suporta carga especificada na ficha técnica? (Apresentar memorial de cálculo com base em norma técnica de ensaio)		
Qual o tempo estimado de corrosão ou deterioração do material no ambiente apresentado na ficha técnica? (Apresentar memorial de cálculo com base em norma técnica)		
Qual a melhor especificação do material que deve ser usado? (Apresentar justificativa com base em norma técnica)		
CONSERVAÇÃO DA ECOLOGIA DA CAVERNA		
O material está sujeito à corrosão no ambiente da caverna? (Apresentar justificativa com base em norma técnica)		
Quais elementos são liberados durante a deterioração do material? (Apresentar justificativa com base em norma técnica)		
Qual o período estimado para iniciar o processo de deterioração do material? (Apresentar justificativa com base em norma técnica)		
Qual o impacto físico para a instalação do elemento feito deste material? (Apresentar justificativa com base em norma técnica)		
Qual o impacto físico para a desinstalação do elemento feito deste material? (Apresentar justificativa com base em norma técnica)		
PERCEPÇÃO DO VISITANTE		
Possui brilho?		
Reflete sob a incidência de luz?		
Emite som metálico, ou outro que seja diferente dos sons da própria caverna?		
A dimensão do elemento e o local de instalação do elemento pode gerar respostas positivas aos três itens anteriores?		

Figura 04: Modelo proposto para as demais submatrizes

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

**“Cada um em busca do sagrado, cria seu próprio caminho,
porque quando existe um caminho, ele pertence a outra
pessoa e a busca deixa então de ser uma aventura.
A história do Graal se torna maravilhosa e encantadora
porque mostra que nossa viagem, nossa busca e nossa
vida devem ser trilhadas num caminho exclusivo e
pessoal, porque se trata da nossa própria
individualidade e potencialidade ”**

Ana Elizabeth Cavalcanti da Costa



Caverna Santana - Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Iporanga – SP

O SGI-IEF trouxe uma proposta inovadora baseada em princípios internacionais, cuja implantação é recomendada por instituições como a IUCN, ABNT e ISO.

Ao propor estratégias que envolvem o manejo adaptativo através da adequação de normas ISO, o SGI-IEF insere na discussão do manejo de cavernas turísticas em UC os conceitos e procedimentos amplamente utilizados no setor privado, que vem garantindo um padrão de qualidade e redução de problemas ambientais em indústrias e serviços de diversos setores e portes.

Dado o caráter adaptativo do SGI-IEF, o próprio sistema pode e deve passar por revisões, a fim de promover a melhoria contínua. Assim, o Sistema ainda pode englobar outras temáticas que não foram exploradas nesta pesquisa como, por exemplo, a metodologia de análise de risco para o visitante.

O SGI-IEF ainda pode influenciar a elaboração dos Termos de Referência para PME visto que coloca os Programas de Gestão como Política Ambiental e de Qualidade. Neste contexto, os Programas de Gestão se tornam um requisito mandatário que definem a orientação de todo o sistema. Assim, os Programas de Gestão devem considerar todos os elementos da cadeia produtiva que envolve a gestão de cavernas.

Pode-se considerar que o SGI-IEF tem grande potencial de influenciar políticas públicas para o manejo de caverna, visto que aborda uma nova ideologia para o manejo de cavernas turísticas em Unidades de Conservação.

REFERENCIAS

- ALHO CJR. The value of biodiversity. *Brazilian Journal of Biology* 68(4, Suppl.): 1115–1118, 2008 Acesso: <http://www.scielo.br/pdf/bjb/v68n4s0/a18v684s.pdf> em 10/09/2018
- ALMEIDA, C.M.V.B. & GIANNETTI, B.F. *Ecologia industrial*. 3ª reimpressão. São Paulo. Editora Edgard Blücher, 2012. 109p.
- ALVES, V. R.. Artrópodes cavernícolas com ênfase em flebotomíneos (Diptera:Psychodidae) do munisípiomunicípio de Presidente Figueiredo, Amazonas, Brasil. 2007. 101 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação de uso. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001: Sistema de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação de uso. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 26000: Diretrizes sobre responsabilidade social. Rio de Janeiro, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: Sistema de Gestão de Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: Sistema de Gestão de Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2008.
- ATTADIA, L. C. L. et al. Medição de desempenho como base para evolução da melhoria contínua. *Revista Produção*. v. 13 n. 2 p. 33 – 41, 2003. Acesso: <http://www.scielo.br/pdf/prod/v13n2/v13n2a04> em 26/08/2018 as 17:11h
- BERKES, F.; COLDING, J. & FOLKE, C. eds. 2003. *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press.
- BESSANT, J et al. Rediscovering continuous improvement. *Technovation*. v. 14, n. 1, p. 17-29, 1994.
- BESSANT, J., et al. An evolutionary model of continous improvement behaviour. *Technovation*. v. 21, n. 1, p. 67-77, 2001.
- BOGGIANI, P. C. et al. Definição de capacidade de carga turística das cavernas do Monumento Natural Gruta do Lago Azul (Bonito, MS). *Geociências, UNESP, São Paulo*, v. 26, n. 04. P. 333-348, 2007
- BORRINI-FEYERABEND, G., N. DUDLEY, T. JAEGER, B. LASSEN, N. PATHAK BROOME, A. PHILLIPS e T. SANDWICH (2017). *Governança de Áreas Protegidas: da compreensão à ação. Série Diretrizes para melhores Práticas para Áreas Protegidas*, No. 20, Gland, Suíça: UICN. xvi + 124pp.
- BORSANELLI, F.A.; LOBO, H.A.S.. Impactos causados à comunidade local com o fechamento das cavernas turísticas do PETAR em 2008 na visão dos stakeholders envolvidos. In: RASTEIRO, M.A.; SALLUN FILHO, W. (orgs.) *CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA*, 33, 2015. Eldorado. Anais... Campinas: SBE, 2015. p.719-727.
- BRASIL – TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. *OBRAS PÚBLICAS: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas*. 4ª edição, 2014. 104 p.

BRASIL. Plano de Manejo do Parque Nacional de Peruaçu, 2005. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/parna_cavernas_peruacu_pm_enc4.pdf acesso: 10/08/2018.

BRASIL. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993.

BRASIL. Resolução n. 347 de 10 de setembro de 2004. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Publicação DOU: 13 de setembro de 2004.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRILHA J.B. Patrimônio geológico e geoconservação: a Conservação da Natureza na sua vertente geológica. Braga, Palimage Editores, 2005. 183 p

CAJAIBA, R.L. Utilização de uma Metodologia Estocástico-Dinâmica para simular a resposta de coleoptera cavernícolas a gradientes ambientais e de perturbação antropogênica. 2013 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal.

CALLISTER, W. D. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. John Wiley & Sons, Inc., 2002. 672 p.

CAMARGO, T. C. R.; LOBO, H. A. S.. Alternativas para a geoconservação dos geossítios cársticos do Parque Estadual Intervales – SP: resultados preliminares. 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. 595-603. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_595-603.pdf . Acesso em: 29/09/2018

CAMPANHA, G. A. C.. O papel do sistema de zonas de cisalhamento transcorrentes na configuração da porção meridional da Faixa Ribeira. São Paulo, 2002. 108 f. Tese (Livre Docência em Tectônica – Geologia Estrutural e Regional) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

CARPINETTI, L.C.R.; GEROLAMO, M.C. Gestão da Qualidade - ISO 9001:2015: Requisitos e integração com a ISO 14001:2015. Ed. Atlas, 2016. 185 p.

CHRISTMAN, M.C.; CULVER, D.C.; MADDEN, M.K.; WHITE, D. Patterns of endemism of the eastern North American cave fauna. *Journal of Biogeography*, 32(8), 1441-1452, 2005

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA (CONFEA). Dispõe sobre a conceituação de Projeto Básico em Consultoria de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Resolução nº 361, de 10 de dezembro de 1991.

CROXTON K. L. et al. The Demand Management Process. In: Lambert, D. M. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: PROCESSES, PARTNERSHIPS, PERFORMANCE. Florida: Supply Chain Management Institute, p. 87-104, 2008.

CULVER, D.C. & PIPAN, T. The Biology of Caves and Other Subterranean Habitats. Ed. Oxford University Press, Oxford. 2009, 256 pp.

DATE, C. J. Introdução a sistemas de banco de dados. 8º edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 896 p.

DE BONI, L. A. B. Introdução Clássica à Química Geral. Porto Alegre, Ed. Tchê Química Cons. Educ. LTDA, 2007. 294p.

DREYFUS A. et al. Biodiversity as a postmodern theme for environment education. *Canadian Journal of Environment Education and Biodiversity*4: 155–175, 1999.

ECOBIO e SÃO PAULO (Estado). Ecobio Consultoria Ambiental e Fundação Para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Projeto conceitual para subsidiar a implantação de estruturas no interior de cavernas, São Paulo, 2015 (documento interno).

ELMASRI, R. ; NAVATHE, S. B. Sistemas de banco de dados. 6ª ed. São Paulo, Editora Addison Wesley, 2011. 691 p.

ENGEL A.S. Chemoautotrophy. In: *Encyclopedia of caves* (eds D. C. Culver e W. B. White). Elsevier Academic Press, California, 2005 p. 90-102.

FERREIRA, A.R.R. Patrimônio geológico no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – SP: inventariação e quantificação de geossítios. 2014. 143p. Dissertação (Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, UNESP – Botucatu, São Paulo.

FORD D.; WILLIAMS P. *Karst hydrogeology and geomorphology*. Editora John Wiley & Sons, 2007. 578 p.

FRANCO, J. L. A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da wilderness à conservação da biodiversidade. *História (São Paulo)* v.32, n.2, p. 21-48, jul./dez. 2013. Acesso: <http://www.scielo.br/pdf/his/v32n2/a03v32n2.pdf> em 20/08/2018 as 21:37 h

GARCIA, M.G. et al. (2018). The Inventory of Geological Heritage of the State of São Paulo, Brazil: Methodological Basis, Results and Perspectives. *Geoheritage*. n° 10. P 239-258, 2018. Acesso: https://www.researchgate.net/publication/312205208_The_Inventory_of_Geological_Heritage_of_the_State_of_Sao_Paulo_Brazil_Methodological_Basis_Results_and_Perspectives em 16/09/2018

GILLIESON, D. S. Management of caves. In BEYNEN. Philip E van (org). *Karst Management*. Springer, Netherlands, 2011

GRAY, M. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Londres, Inglaterra. Editora John Wiley & Sons Ltd., 2004.434 p.

GUNDERSON, L. & HOLLING, C.S. eds. 2002. *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press.

INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE/CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS (ICMBIO/CECAV). Plano de Manejo Espeleológico. 2014 Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/stories/downloads/Orientacoes/Diretrizes_PME_sitio_CECAV.pdf. Acesso em 21/02/2018 as 20:00h.

INSTITUTO CHICO MENDES DE BIODIVERSIDADE/CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS (ICMBIO/CECAV). Diretrizes e orientações técnicas para a elaboração de planos de manejo espeleológicos. 2014. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/orientacoes-e-procedimentos/plano-de-manejo-espeleologico.html>Acesso em : 29/09/2018.

International Organization for Standardization (ISO). We're ISO: we develop and publish International Standards. Disponível em: <https://www.iso.org/standards.html> em 27/08/2018

ISAIA, G. C. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. Editora IBRACON, 3º ed. São Paulo, 2017. Volume1. 1760 p.

JOHANSSON, C.E. Geodiversitet i nordisk naturvård. Geodiversity in Nordic Nature conservation, 2000:8. Nord, Copenhagen.

KARMANN, I. Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do Alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, sudeste do estado de São Paulo. São Paulo, 1994. 228 f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

KARMANN, I.; FERRARI, J.A. Sítios Espeleológicos –Carste e cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (Orgs.) Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil. 1.ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. p.401-413.

KARMANN, I.; SANCHEZ, L. E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. Espeleo-Tema, São Paulo: Sociedade Brasileira de Espeleologia, v. 13, p. 105-167, 1979.

KERZNER, H. Gestão de projetos - as melhores práticas. Editora Bookman, 2009 2ª edição. 824 p.

KRAVCHENKO, G. A. et al. Aplicação de princípios da ecologia industrial nas empresas moveleiras de Goiás. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. vol.21 no.2 Rio de Janeiro, Apr./June 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522016000200283&lang=pt em 08/09/2018 as 22:03

LIMA, R. A. Como a relação entre clientes e fornecedores internos à organização pode contribuir para a garantia da qualidade: o caso de uma empresa automobilística. Ouro Preto: UFOP, 2006.

LOBO, H.A.S.. Capacidade de carga real (CCR) da Caverna Santana – Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR) - SP, e indicações para seu manejo turístico. Geociências UNESP, São Paulo. v.17 n 3 p.368-385. 2008

LOBO, H.A.S. ; BOGGIANI, P.C. Cavernas como patrimônio geológico. Boletim Paranaense de Geociências, v. 70, p. 190 – 199, 2013.

LOBO, H. A. S.; SCALEANTE, J. A. B.; RASTEIRO, M. A. ; CAMARGO, T. C. R.; ZAGO, S.; SANTOS, V. Método para a classificação do grau de dificuldade em roteiros espeleoturísticos. CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 31, 2011. Ponta Grossa - PR. Anais 31º de 21-24 de julho de 2011. Ponta Grossa: CBE, 2011. p. 181-188. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais31cbe/31cbe_181-188.pdf. Acesso em: 04/11/2018

MACHADO F.B et al. Análise da geodiversidade na região da Caverna do Fazendão em Ipeúna (SP): proposta de criação de geossítios. Terrae, 14(1-2), 2017 p.03-10.

MARANHÃO, M. ISO Série 9000: Manual de implementação 2000. 7. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2001. 205p.

MARRA, R.J.C. Espeleo turismo: planejamento e manejo de cavernas. Brasília: WD Ambiental, 2001. 224 p.

MELLO, C. H. P. et al. ISO 9001:2000: Sistema de Gestão da Qualidade para operações de produção e serviços. São Paulo. Editora Atlas, 2002. 224 p.

O Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas – IBRAOP. Orientação Técnica - IBR 001/2006. Projeto Básico. 07 de novembro de 2006. Disponível em: http://www.ibraop.org.br/wp-content/uploads/2013/06/orientacao_tecnica.pdf acesso em 03/09/2018.

QUINQUIOLO, J. M. Avaliação da Eficácia de um Sistema de Gerenciamento para Melhorias Implantado na Área de Carroceria de uma Linha de Produção Automotiva. Taubaté/SP: Universidade de Taubaté, 2002.

SALLUN FILHO, W.; KARMANN, I. 2007. Paisagens subterrâneas do Brasil. *Ciência Hoje*, v. 40, p. 18-25.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Plano de Manejo Espeleológico do Parque Estadual Intervales. São Paulo. 2014_a.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Plano de Manejo Espeleológico do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira. São Paulo. 2014_b.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Plano de Manejo Espeleológico do Parque Estadual do Rio Turvo. São Paulo. 2014_c.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Plano de Manejo Espeleológico do Parque Estadual da caverna do Diabo. São Paulo. 2014_d.

SÃO PAULO (Estado). Fundação Para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. Termo de Referência para contratação de serviço especializado em espeleologia, objetivando garantir excelência técnica para subsidiar a implantação de estruturas no interior de cavernas. São Paulo. 2015 (documento interno).

SENNA, A. R. A importância e os desafios para o conhecimento e catalogação da biodiversidade no Brasil. *Acta Scientiae & Technicae*. v.1, n. 1, p. 54-86. Feb. 2013

SILVA I.M.R.C.S. Geodiversidade e seu Valor Educativo: Estudo de Casos em Contexto Europeu. Faculdade de Ciência da Universidade do Porto, 2006 160 f. Dissertação (Mestrado em Geologia para o ensino) Universidade do Porto, Portugal.

SILVERIO, M. O. Atuação da arquitetura no uso público das cavernas: conceitos, métodos e estratégias para ocupação: Cavernas do Diabo/SP, 2014. 255 f Dissertação (Mestrado em Projeto de Arquitetura: teoria e método) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

SOUZA-SILVA M. Influência da disponibilidade e consumo de detritos na composição e estrutura de mesofauna cavernícola. 2003 80 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.

TRAJANO, E. & BICHUETTE. M.E. *Biologia subterrânea: introdução*. São Paulo. Editora Redespeleo, 2006. 92p

VALLE, C.E. *Qualidade Ambiental ISO 14000*. Editora SENAC, 2002, 12ª ed. 208 p.

VASCONCELOS, I. Tecnologia em cavernas. *Revista FAPESP on line*. Ed. 78, 2002. Disponível em : <http://revistapesquisa.fapesp.br/2002/08/01/tecnologia-nas-cavernas/> Acesso em: 16/09/2018.