



WENDEL DO NASCIMENTO GONÇALVES

**ANÁLISE LEGAL E TÉCNICO-CIENTÍFICA DE
PROJETOS DE RESTAURAÇÃO DA FLORA NA
MICRORREGIÃO DE SÃO JOÃO DEL-REI, MG**

LAVRAS – MG

2017

WENDEL DO NASCIMENTO GONÇALVES

**ANÁLISE LEGAL E TÉCNICO-CIENTÍFICA DE PROJETOS DE
RESTAURAÇÃO DA FLORA NA MICRORREGIÃO DE SÃO JOÃO
DEL-REI, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Restauração e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Luís Antônio Coimbra Borges

LAVRAS – MG

2017

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Gonçalves, Wendel do Nascimento.

Análise legal e técnico-científica de projetos de restauração da
flora na microrregião de São João del-Rei, MG / Wendel do
Nascimento Gonçalves. - 2017.

84 p. : il.

Orientador(a): Luís Antônio Coimbra Borges.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Restauração florestal. 2. Indicadores legais. 3. Indicadores
técnico-ambientais. I. Borges, Luís Antônio Coimbra. II. Título.

WENDEL DO NASCIMENTO GONÇALVES

**ANÁLISE LEGAL E TÉCNICO-CIENTÍFICA DE PROJETOS DE
RESTAURAÇÃO DA FLORA NA MICRORREGIÃO DE SÃO JOÃO
DEL-REI, MG**

**LEGAL AND TECHNICAL-SCIENTIFIC ANALYSIS OF FLORA
RESTORATION PROJECTS IN THE MICROREGION OF SÃO JOÃO
DEL-REI, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Tecnologias e Inovações Ambientais, área de concentração em Restauração e Conservação de Ecossistemas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 12 de setembro de 2017.

Dra. Soraya Alvarenga Botelho UFLA

Dra. Josina Aparecida de Carvalho ARPA LAVRAS

Prof. Dr. Luís Antônio Coimbra Borges
Orientador

LAVRAS – MG

2017

*À minha esposa Jussara, pelo amor, compreensão, dedicação e incentivo.
Ao meu filho Pedro, pelo amor incondicional, carinho e momentos de alegria.
DEDICO.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar os caminhos em minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial ao Programa de Pós-graduação em Tecnologias e Inovações Ambientais, pela oportunidade concedida.

À Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), por permitir a conciliação entre meu trabalho e o programa de mestrado e por fornecer os dados necessários para a construção da dissertação.

Ao meu orientador, professor Dr. Luís Antônio Coimbra Borges, pela confiança, amizade construída, orientação e conhecimentos compartilhados.

Às integrantes da banca de defesa, professora Dra. Soraya Alvarenga Botelho e Dra. Josina Aparecida de Carvalho, pela disponibilidade de participação e pelas sugestões de melhorias na dissertação.

Aos professores e pesquisadores da UFLA Dr. Luís Antônio Coimbra Borges (orientador), Dr. Antônio Carlos da Silva Zanzini, Dr. José Aldo Alves Pereira, Dra. Soraya Alvarenga Botelho e Dr. Warley Augusto Caldas Carvalho; à professora da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) Dra. Gislene Carvalho de Castro; ao professor da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo (ESALQ-USP) Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues; e à professora da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) Dra. Sustanis Horn Kunz, pela disponibilidade e doação de tempo na contribuição com a construção da metodologia de pesquisa por meio da avaliação dos indicadores.

Aos meus amigos, de infância e juventude, do trabalho, aqueles conquistados durante o curso de mestrado e todos que, de alguma forma, fazem parte de minha história, pelo companheirismo e incentivo.

A todos os meus familiares, meu sogro, meus cunhados e minha cunhada, que estão sempre presentes, participando das decisões e momentos importantes em minha vida.

Ao meu pai Roque, minha mãe Dinéia, meu irmão Lelei e minha sobrinha Geovanna, pelo amor, dedicação, participação e apoio em todos os momentos.

À minha esposa Jussara e meu filho Pedro, meus pilares de sustentação, por sempre estarem presentes e me apoiarem em minhas decisões, sempre com muito amor, carinho, amizade, compreensão e otimismo.

A todos, **MUITO OBRIGADO!**

RESUMO

Considerando o histórico de projetos malsucedidos e de pouca efetividade na restauração ecológica no Brasil, juntamente com a elevada pressão antrópica sobre os ecossistemas naturais, faz-se necessário conhecer e avaliar os projetos de restauração florestal de acordo com critérios técnicos e legais disponíveis. Nesse contexto, pretendeu-se, no presente trabalho, avaliar a qualidade dos projetos de restauração florestal dos processos de regularização ambiental formalizados pelo Núcleo Regional de Regularização Ambiental de São João del-Rei, microrregião do Campo das Vertentes/MG. Para tanto, analisaram-se todos os projetos vinculados aos processos de regularização formalizados nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015. Os dados foram organizados mediante o emprego de indicadores, cujos itens foram associados a índices numéricos e estruturados no sentido de atender aos dois grupos de indicadores da pesquisa: indicadores relacionados à legislação ambiental e indicadores técnicos ambientais elaborados pela consulta a trabalhos técnico-científicos e posterior validação por especialistas. Por meio das análises, observou-se que a maioria dos Projetos de Restauração Florestal (75,61%) apresentou média concordância com a legislação, o que caracterizou o descumprimento parcial do Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº 076/2004. As falhas foram mais recorrentes na identificação e avaliação dos danos físicos e biológicos da área a ser restaurada (IL 3 e IL 4). Em contrapartida, a maioria dos projetos cumpriu as normas legais no que se refere à delimitação, com coordenadas geográficas, da área a ser restaurada (IL 5) e também à apresentação do método e forma de implantação das atividades de restauração (IL 6). Quase a totalidade dos Projetos de Restauração Florestal (95,12%) apresentou concordância muito baixa com os indicadores/parâmetros técnicos e ambientais, o que caracterizou a ausência de conhecimento e/ou aplicação dos parâmetros formulados com base na literatura científica. Com exceção do ITA 4, para os demais indicadores totalidade ou quase totalidade dos projetos, apresentaram baixa ou muito baixa concordância do Índice de Concordância Técnico Ambiental do Indicador. Mesmo para o ITA 4, que apresentou o melhor resultado, também observaram-se falhas graves, visto que 100% dos projetos não identificaram os filtros/barreiras ecológicas presentes na área a ser restaurada, não considerando as orientações contidas na literatura. A análise geral dos resultados demonstrou a necessidade de reformulação dos critérios utilizados pelos profissionais na elaboração dos projetos, os quais devem cumprir integralmente os parâmetros da legislação e apresentar projetos de restauração florestal com maior embasamento científico.

Palavras-chave: Restauração florestal. Indicadores legais. Indicadores técnico-ambientais. Campo das Vertentes.

ABSTRACT

Considering the history of unsuccessful and ineffective projects in ecological restoration in Brazil, together with the high anthropogenic pressure on natural ecosystems, it is necessary to know and evaluate forest restoration projects according to technical and legal criteria available. In this context, the purpose of this study was to evaluate the quality of the forest restoration projects of environmental regularization processes formalized by the Regional Nucleus of Environmental Regularization of São João del Rei, microregion of Campo das Vertentes / MG. For this purpose, all the projects linked to the regularization processes formalized in the years of 2012, 2013, 2014 and 2015 were analyzed. The data were organized through the use of indicators, whose items were associated to numerical indexes and structured in order to satisfy the two groups of research indicators: indicators related to environmental legislation and environmental technical indicators elaborated by consulting technical and scientific work and subsequent validation by specialists. Through the analyzes, it was observed that most of the Forest Restoration Projects (75.61%) presented an average agreement with the legislation, which characterized the partial noncompliance of Annex I of the Normative Deliberation of COPAM n°. 076/2004. The failures were more recurrent in the identification and evaluation of the physical and biological damages of the area to be restored (IL 3 e IL 4). On the other hand, the great majority of the projects complied with the legal norms in relation to the delimitation, with geographical coordinates, of the area to be restored (IL 5) and also in the presentation of the method and form of implantation of the activities of restoration (IL 6). Almost all of the Forest Restoration Projects (95.12%) presented very low agreement with the environmental technical indicators / parameters, which characterized the lack of knowledge and / or application of the parameters formulated based on the scientific literature. With the exception of ITA 4, for the other indicators, all or almost all of the projects presented low or very low agreement of the Index of Environmental Technical Agreement of the Indicator. Even for ITA 4, which presented the best result, serious failures were also observed, since 100% of the projects did not identify the ecological filters / barriers present in the area to be restored, not considering the guidelines contained in the literature. The general analysis of the results showed the need to reformulate the criteria used by the professionals in the elaboration of the projects, which must fully comply with the parameters of the legislation and present forest restoration projects with greater scientific base.

Keywords: Forest restoration. Legal indicators. Environmental technical indicators. Campo das Vertentes.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Restauração Florestal	13
2.1.1	Regeneração Natural	17
2.1.2	Regeneração Artificial	22
2.1.3	Indicadores de Restauração Ecológica	25
2.2	Região do Campo das Vertentes	31
2.2.1	Fitofisionomias	33
2.2.2	Áreas Antropizadas	36
3	MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1	Definição da base de dados	44
3.2	Definição dos Indicadores	44
3.3	Análise dos dados	52
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4.1	Concordância dos Projetos de Restauração Florestal com a Legislação	55
4.2	Concordância dos Indicadores com a Legislação	56
4.3	Concordância dos Projetos de Restauração Florestal com Parâmetros Técnicos Ambientais	63
4.4	Concordância dos Indicadores com Parâmetros Técnicos Ambientais	65
5	CONCLUSÃO	77
	REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

As primeiras tentativas de restauração florestal foram realizadas de forma empírica, buscando reproduzir ecossistemas maduros de referência, por meio de plantios de mudas de espécies finais de sucessão e aplicando técnicas agrônômicas e silviculturais. Essa fase da tentativa de restaurar florestas foi bastante influenciada pelo paradigma clássico da ecologia, em que ecossistemas eram considerados sistemas fechados, pouco sujeitos a perturbações, de modo que a sucessão culminava em um clímax único (CALEGARI et al., 2013). Porém, recentemente, a restauração de ecossistemas degradados adquiriu o caráter de uma área de conhecimento, sendo denominada por alguns autores como Ecologia da Restauração. Incorporou conhecimentos sobre os processos envolvidos na dinâmica de formações naturais remanescentes, fazendo com que os programas de recuperação deixassem de ser mera aplicação de práticas agrônômicas ou silviculturais de plantios de espécie perenes, visando apenas à reintrodução de espécies arbóreas numa dada área, para assumir a difícil tarefa de reconstrução das complexas interações da comunidade (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009).

Segundo Oliveira e Engel (2011), a ecologia da restauração tem tido avanços significativos nas últimas décadas, contribuindo para as práticas de recuperação de ecossistemas degradados. Essa área da ecologia vem se tornando uma ferramenta importante para o manejo, conservação e recuperação de muitos ecossistemas ao redor do mundo. De acordo com Durigan e Engel (2012), as pesquisas em Ecologia da Restauração têm avançado rapidamente, e fortalece a Society for Ecological Restoration – SER International, que congrega membros provenientes da comunidade científica e praticantes da restauração de todas as regiões do mundo.

Para Chaves et al. (2015), os instrumentos jurídicos têm sido os principais impulsionadores da restauração de ecossistemas em todo o mundo e, certamente, devem ser usados para promover futuros esforços de restauração. Todavia, poucas políticas foram desenvolvidas para regulamentar e financiar a restauração ecológica em parte devido à falta de clareza sobre como monitorar e avaliar o andamento.

No Brasil, a história de restauração de ecossistemas data do final do século XIX, com a iniciativa de recuperação da floresta da Tijuca, de onde vinha a água que abastecia a população urbana do Rio de Janeiro. Com certeza, a motivação para tal iniciativa não foi premeditadamente ecológica e muito menos científica (DURIGAN; ENGEL, 2012).

O desenvolvimento formal da restauração ecológica no Brasil teve como marco importante o “I Simpósio sobre Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais”, realizado em junho de 1999, em Piracicaba, SP, que culminou com a edição do livro de mesmo nome em 2003 (DURIGAN; ENGEL, 2012). No entanto, no Brasil, a limitação de conhecimentos aplicados e específicos de restauração ecológica de florestas tropicais, a escassez de profissionais com experiência nesse tema e a intensa demanda por ações emergenciais de restauração resultaram, nas últimas décadas, em uma infinidade de iniciativas malsucedidas e de pouca efetividade (BRANCALION et al., 2010).

Uma vez que se toma a decisão de restaurar, o projeto de restauração requer um planejamento cuidadoso e sistemático além de um plano de acompanhamento dirigido ao restabelecimento do ecossistema. A necessidade de planejamento é ainda maior quando a unidade a ser restaurada é uma paisagem complexa de ecossistemas contíguos (SER, 2004).

Cada vez mais, cientistas e profissionais, bem como aqueles envolvidos na formulação de políticas governamentais, administração de programas de restauração e avaliação de suas ações, serão chamados a avaliar, melhorar e

ampliar os programas existentes e a criar novas iniciativas mais efetivas (CHAVES et al., 2015).

Considerando o histórico de projetos malsucedidos e de pouca efetividade na área de restauração ecológica no Brasil; considerando ainda a ocorrência de uma paisagem complexa de ecossistemas contíguos na região do Campo das Vertentes/MG, juntamente com a elevada pressão antrópica sobre os ecossistemas naturais, faz-se necessário conhecer a qualidade dos projetos de restauração propostos para serem executados na região de acordo com critérios técnicos e legais disponíveis.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade dos projetos de restauração florestal dos processos de regularização ambiental formalizados pelo Núcleo Regional de Regularização Ambiental de São João del-Rei, microrregião do Campo das Vertentes/MG. Especificamente, pretendeu-se elaborar um diagnóstico dos projetos, integrantes dos processos de regularização ambiental por meio do uso de indicadores legais e técnico-científicos. Pretendeu-se, ainda, identificar e analisar os erros que são mais recorrentes na elaboração dos projetos de restauração florestal na região.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para permitir uma análise comparativa dos projetos de restauração, foi elaborada uma revisão dos principais aspectos da temática restauração florestal além das características relevantes sobre a mesorregião mineira do Campo das Vertentes.

2.1 Restauração Florestal

A restauração ecológica é definida por Oliveira e Engel (2011) como o processo de assistência à recuperação de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído. Tem como base científica a ecologia da restauração e pode ser descrita como um conjunto de práticas que compõem o campo da restauração, incluindo aspectos políticos, tecnológicos, econômicos, sociais e culturais.

No contexto da conservação da biodiversidade, um dos principais benefícios atribuídos à restauração ecológica tem sido o aumento da conectividade da paisagem, o que reduz as chances de extinções locais em função de minimizar restrições à migração, reduzir a vulnerabilidade a eventos estocásticos de flutuação populacional e evitar problemas genéticos decorrentes do restrito fluxo gênico (BRANCALION et al., 2010).

Compreender as relações entre a trajetória da restauração e as taxas de recuperação e a trajetória de restauração e a escala espacial da restauração é fundamental (MONTROYA; ROGERS; MEMMOTT, 2012). Para isso, conforme Martins, Miranda Neto e Ribeiro (2012), embora a diversidade local original de um ecossistema que foi degradado deva ser o foco principal da restauração, não

é possível desvinculá-la do seu entorno; ou seja, da paisagem em que está inserida e da matriz vegetacional predominante nessa paisagem.

A eficácia das ações de restauração ecológica em direção à conservação da biodiversidade depende tanto das limitações locais quanto da paisagem. Informações detalhadas sobre as limitações locais já estão disponíveis, mas poucos estudos consideram o contexto de paisagem no planejamento de ações de restauração. A identificação de restrições de restauração, em especial, é um pré-requisito para distinguir sistemas ecológicos que são capazes de se recuperar pelos processos autogênicos daqueles que exigem a restauração por ações externas (TAMBOSI et al., 2014).

A escolha da ação de restauração mais adequada requer a identificação correta e precisa de conceitos relacionados à dinâmica do ecossistema degradado e ao histórico de uso do solo, não havendo um modelo preestabelecido que seja válido para todos os sítios e situações (MORAES et al., 2010). Na perspectiva de Botelho et al. (2015), a recomposição da vegetação pode ser feita utilizando-se a regeneração natural ou a regeneração artificial; essa última dá-se por meio do plantio de mudas ou semeadura direta em área total ou em sistema de adensamento ou enriquecimento. A seleção do(s) método(s) mais adequado(s) deverá ser baseada no diagnóstico detalhado na área a ser estudada.

Segundo Brancalion, Gandolfi e Rodrigues (2015), diversos fatores econômicos, sociais e ecológicos podem interagir para determinar quais estratégias serão adotadas para a restauração de uma dada área. No entanto, é a resiliência da área a ser restaurada, entendida como seu potencial de autorrecuperação e estimada pela possibilidade ou não de aproveitamento da regeneração natural, que determina a tomada de decisão para as ações de restauração e, por sua vez, define em grande parte as chances de sucesso e os custos associados ao processo.

De acordo com Rodrigues et al. (2009), o aproveitamento da regeneração natural, por meio do controle de competidores e condução dos regenerantes, pode ser o método mais efetivo de restauração, sem plantio inicial de mudas, em locais cujo diagnóstico apontou elevado potencial de autorrecuperação do local. Esse potencial ocorre em função do uso histórico da área, que não eliminou os regenerantes naturais, e/ou das características do entorno daquela unidade da paisagem, que permitiu a chegada continuada de propágulos de espécies nativas na área a ser restaurada. Já em outras situações, em função do elevado grau de degradação local e/ou regional (uso agrícola intenso, recorrência de queimadas, processos erosivos, desqualificação do substrato etc.), o único método possível de restauração é a introdução de espécies nativas regionais por meio do plantio (de mudas e/ou sementes).

A técnica do plantio é uma opção de restauração. Entretanto, conforme Daronco, Galvão de Melo e Durigan (2013), o que se planta exerce menor influência sobre a dinâmica das comunidades em restauração do que as fontes de propágulos remanescentes na paisagem. O enriquecimento gradual dos ecossistemas em restauração se faz pela entrada de novas espécies animais e vegetais, que depende de uma série de fatores internos (competição, predação e facilitação) e externos (fluxos na paisagem, conjunto regional de espécies e distúrbios), que podem resultar em comunidades diferentes em termos de composição e estrutura.

Ainda segundo Daronco et al. (2013), a contribuição relativa de espécies plantadas ou das fontes de propágulos remanescentes pode ser diferente em paisagens extremamente fragmentadas. Todavia, ainda está por ser determinado pela ciência o limiar de isolamento a partir do qual os processos de dispersão se tornariam inviáveis, de modo que o conjunto de espécies plantadas poderia, teoricamente, nortear a sucessão.

Na visão de Kettle (2012), as decisões sobre quando e como as atividades de restauração florestal devem ser implementadas exigirão uma detalhada compreensão do contexto ecológico-econômico e social da região particular. Para Suganuma et al. (2013), a definição de metas factíveis para a restauração ecológica é fundamental até mesmo sob o ponto de vista econômico, pois as dificuldades operacionais e os custos envolvidos na restauração dependem do conjunto de objetivos propostos.

Brancalion et al. (2010) consideram que, de forma geral, as iniciativas de restauração de florestas tropicais visam ao cumprimento da legislação ambiental, ao restabelecimento de serviços ecossistêmicos e/ou à proteção de espécies nativas locais.

O Brasil tem uma longa história de restauração obrigatória, começando com a Política Nacional de Meio Ambiente promulgada em 1981 impondo compensações por danos ambientais ligados a projetos de desenvolvimento. A promulgação do “Novo Código Florestal” em 2012 trouxe mudanças significativas na arena política. Apesar de muitos inconvenientes na proteção ambiental, esse Código reforçou a necessidade de restaurar terras degradadas em terras privadas (CHAVES et al., 2015). A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, define em quais situações o proprietário, ou quem tem a posse do imóvel rural, deve recuperar a vegetação natural em suas terras (BRANCALION et al., 2016).

Rodrigues et al. (2009) argumentam que as Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais, por uma questão legal, devem ser priorizadas nas ações de recuperação de áreas degradadas. As outras áreas, como os corredores, devem ser planejadas caso a caso, permitindo aliar interesses ambientais e questões fundiárias e econômicas.

2.1.1 Regeneração Natural

A regeneração florestal em áreas degradadas é limitada por uma miríade de fatores, incluindo esgotamento dos bancos de sementes, baixas taxas de entrada de sementes, longas distâncias para a borda da floresta, predação de sementes e mudas, condições microclimáticas inadequadas, falta de nutrientes do solo e competição com gramíneas exóticas (ZWIENER et al., 2014). Porém, a regeneração natural pode desempenhar um papel crucial na condução de projetos de restauração ecológica. De acordo com Rezende et al. (2015), pouca atenção tem sido dada a esse processo. Por isso, há uma lacuna no conhecimento sobre seus fatores de condução na escala da paisagem.

Têm-se buscado opções para a recuperação de áreas degradadas que possibilitem a redução dos custos de recuperação e o retorno dessas áreas a uma condição ecológica mais próxima da original; isto é, a restauração ecológica. A nova tendência da recuperação de áreas tem preconizado o manejo e a indução dos processos ecológicos, visando a aproveitar ou estimular a capacidade de autorrecuperação dos ecossistemas (MARTINS et al., 2008).

A técnica de restauração de áreas degradadas por meio do plantio de mudas tem sido utilizada na maioria das situações. No entanto, o desenvolvimento de tecnologias visando à restauração dessas áreas, a custo mais baixo, é imprescindível, tendo em vista que, muitas vezes, essas áreas estão de posse de pequenos proprietários, que possuem pouco ou nenhum recurso disponível para ser empregado no reflorestamento (SILVA et al., 2015).

A velocidade e a direção do processo de regeneração natural de determinada área estão condicionadas ao tipo de impacto inicial e também a fatores determinantes, que são as plântulas e brotações presentes na área, o banco de sementes presentes no solo e as sementes introduzidas na área proveniente da vegetação vizinha (ALVARENGA et al., 2006). Entender esses

processos e como eles são afetados pelo uso da terra é fundamental para definir estratégias para a restauração florestal em áreas agrícolas abandonadas, bem como para o manejo florestal, conservação e monitoramento (SILVESTRINI et al., 2012).

Num solo submetido à agricultura muito intensiva e tecnificada, com aplicação de herbicidas pré-emergentes para controle de ervas daninhas, arações e gradagens constantes, tanto o banco de sementes quanto os tecidos com capacidade de rebrota podem rapidamente ser eliminados ou, pelo menos, muito reduzidos em densidade e riqueza de espécies. A melhor maneira de avaliar o potencial de resiliência ainda remanescente num solo cultivado é a análise do banco de sementes pelo método de germinação. Assim, se os resultados do teste de avaliação do banco de sementes revelarem ausência ou densidade e riqueza de espécies arbustivo-arbóreas nativas muito baixas, é uma indicação da perda de resiliência e da necessidade de estimular a regeneração (MARTINS et al., 2012).

É fundamental entender quais fatores naturais e/ou antrópicos condicionam a resiliência local e de paisagem de um dado projeto de restauração para que se possa diagnosticar corretamente se será possível contar com o uso inicial da regeneração natural. Em caso positivo, é preciso determinar quais ações de aproveitamento e condução dos indivíduos regenerantes poderão ser adotadas no sentido de potencializar os processos de regeneração e, conseqüentemente, aumentar a efetividade da restauração ecológica com menores custos possíveis. Em áreas com maior resiliência local, muitas vezes como consequência da maior resiliência da paisagem, basta que os fatores de degradação sejam isolados, a fim de que a sucessão secundária resulte na formação de uma capoeira em um curto período, sem que seja necessária a adoção de qualquer medida de condução da regeneração natural. Contudo, em muitas áreas, há filtros biológicos restritivos ao desenvolvimento dos indivíduos

regenerantes de espécies nativas, principalmente no que se refere à competição exercida por gramíneas invasoras ou por forte herbivoria (BRANCALION et al., 2015).

Segundo Calegari et al. (2013), o conhecimento sobre o banco de sementes fornece informações essenciais sobre o potencial de regeneração de determinada área, permitindo que se façam inferências sobre a sua restauração. Por meio da avaliação do banco de sementes nas diferentes situações, é possível identificar casos em que, por exemplo, apenas o isolamento dos fatores de degradação garantiria a regeneração florestal. Em situações contrárias (áreas onde o banco de sementes não se apresenta promissor), deve haver outras intervenções complementares, como práticas de enriquecimento e reintrodução de espécies por meio de sementes e mudas.

Os elevados valores de densidade e riqueza, não apenas de espécies arbóreas, mas também de outras formas de vida, encontrados no banco do solo na maioria dos estudos realizados em florestas brasileiras evidenciam o potencial da utilização desse banco na restauração ecológica de ecossistemas degradados, contribuindo para o aumento da diversidade e a redução dos custos de implantação e manutenção dos projetos de restauração (MARTINS et al., 2012).

As sementes de determinadas espécies podem estar presentes no banco de sementes mesmo após o desaparecimento destas na comunidade. Dessa forma, o banco de sementes é considerado uma importante fonte para a restauração de comunidades vegetais. O uso de banco de sementes para a recuperação de áreas degradadas também deve ser feito com muita cautela em alguns casos, uma vez que ele pode conter alta proporção de sementes de estágios iniciais da sucessão ou espécies invasoras, as quais poderão impedir o estabelecimento da vegetação “alvo” após a restauração (JOSÉ; GARCIA, 2015).

A presença de vegetação remanescente pode influenciar fortemente a taxa de colonização inicial por meio de seu efeito sobre a dispersão de sementes. A proximidade de remanescentes florestais, que atuam como fontes de propágulos, aliada à ocorrência de agentes polinizadores e dispersores, configuram fatores preponderantes para o êxito da restauração em longo prazo. A chegada de propágulos alóctones é peça crucial para a conservação de qualquer formação vegetal ao promover fluxo gênico e aumento de diversidade (LIMA et al., 2016).

Segundo Souza et al. (2012), dentre os métodos de restauração de ambientes ciliares degradados, a condução da regeneração natural (somada à remoção das fontes de degradação) é recomendada para áreas que possuem fonte de sementes e condições ambientais adequadas para a germinação e o estabelecimento das plantas. Tal método traz como vantagem a ocupação do local com espécies de ocorrência regional e geneticamente adaptadas e uma redução de custos por exigir menos mão de obra e insumos em comparação aos métodos de regeneração artificial. Para Rodrigues et al. (2009), isso tem como consequência não só a redução dos custos da adequação ambiental, mas também uma garantia maior de sucesso dessas ações.

A nucleação pode ser utilizada como estratégia de facilitação da regeneração natural. De acordo com Brancalion et al. (2015), é uma técnica de restauração ecológica que se baseia no estabelecimento ou favorecimento do surgimento de pequenos núcleos de vegetação nativa em uma área degradada, para que esses núcleos se expandam naturalmente e preencham toda área degradada em certo período de tempo. Como resultado desse processo, espera-se restaurar florestas com menores custos, já que a nucleação se baseia em menores níveis de intervenção do homem no processo e maior aproveitamento dos processos naturais de regeneração.

Ainda conforme Brancalion et al. (2015), o método de nucleação se sustenta sob dois pressupostos básicos para a restauração de uma dada área degradada: (1) condições favoráveis para dispersão das espécies nativas para a área em restauração e (2) condições favoráveis para o estabelecimento das sementes dispersas e para a expansão dos núcleos dispersos nativos. Embora essa técnica esteja sendo largamente recomendada e difundida, o seu uso tem obtido resultados bons em paisagens pouco fragmentadas, de elevada resiliência, e muito aquém do esperado em paisagens muito fragmentadas, de baixa resiliência.

Já que a restauração ecológica de ecossistemas naturais busca recuperar, dentro de limites razoáveis, a maior autenticidade histórica possível, é desejável a redução ou eliminação de espécies exóticas nos sítios dos projetos de restauração. Em ecossistemas naturais, as espécies exóticas invasoras comumente competem com as espécies autóctones e as substituem (SER, 2004).

A recuperação de áreas de pastagem exótica de gado é um desafio significativo para a restauração de florestas tropicais por causa dos efeitos da degradação do solo e da competição entre árvores nativas e gramíneas exóticas (SOBANSKI; MARQUES, 2014), podendo também representar um desafio na restauração de fisionomias campestres. Segundo Almeida-Neto et al. (2010), o efeito da cobertura de grama invasiva é especialmente elevado sobre as espécies de cerrado-especialistas, cuja proporção diminui de forma consistente com o aumento da dominância invasiva.

Mesmo em áreas degradadas, com presença de solo exposto, apesar de proporcionar rápida cobertura do solo e conseqüente proteção contra processos erosivos, as plantas invasoras devem ser manejadas, considerando que poderão comprometer a regeneração natural, conforme foi verificado com o capim-gordura por Ferreira et al. (2010).

2.1.2 Regeneração Artificial

Às vezes, a trajetória de desenvolvimento de um ecossistema degradado fica totalmente bloqueada e sua recuperação mediante processos naturais pode demorar muito (SER, 2004). A restauração por meio da regeneração artificial torna-se necessária então, podendo ser realizada por meio da transferência de banco de sementes proveniente de outros locais para a área a ser restaurada, da semeadura direta e do plantio de mudas. Na ótica de Zwiener et al. (2014), a facilitação tem sido cada vez mais reconhecida como um processo significativo em comunidades de plantas, influenciando a recuperação de florestas em terras degradadas.

O plantio de mudas pode ser realizado em área total ou em parte da área por meio do adensamento ou enriquecimento. O plantio em área total é recomendado quando a área a ser restaurada não dispõe mais de resiliência e/ou não existem fragmentos remanescentes na circunvizinhança (BOTELHO et al., 2015).

No plantio de mudas, em área total, são realizadas combinações das espécies em módulos ou grupos de plantio, visando à implantação das espécies dos estádios finais de sucessão (secundárias tardias e clímax) conjuntamente com espécies dos estádios iniciais de sucessão (pioneiras e secundárias iniciais), compondo unidades sucessionais que resultam em uma gradual substituição de espécies dos diferentes grupos ecológicos no tempo, o que caracteriza o processo de sucessão (RODRIGUES et al., 2009).

Apesar de em muitos projetos recentes a meta principal ser a restauração com elevada diversidade de espécies, essa diversidade, via de regra, tem sido apenas de espécies arbóreas. Busca-se obter rapidamente uma cobertura florestal com diversidade, pulando-se as fases de colonização por ervas e arbustos, que

caracterizam a sucessão ecológica em grandes áreas abertas (MARTINS et al., 2012).

Ainda de acordo com Martins et al. (2012), é muito comum, principalmente em matriz de agricultura, a formação de florestas “vazias” devido à restauração apenas do arbóreo ainda que com elevada diversidade. No entorno dessas áreas em restauração, geralmente há uma forte pressão de propágulo de espécies exóticas agressivas e algumas gramíneas notavelmente invasoras. Essa combinação de fatores adversos favorece, nessas florestas em restauração, a invasão do sub-bosque por espécies agressivas de gramíneas exóticas que inibem a regeneração das espécies arbóreas e de outras formas de vida. E uma forma de preencher rapidamente o espaço entre as linhas de plantio das espécies arbóreas é a semeadura direta de ervas e arbustos de ciclo de vida curto.

Na perspectiva de Botelho et al. (2015), para a realização da regeneração artificial, será necessária a definição do modelo de plantio, que consiste na escolha e definição de: hábito das espécies a serem plantadas, com o uso exclusivo de espécies arbóreas ou combinação de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas; padrão de distribuição das plantas em campo (arranjo) e definição da área útil por planta (espaçamentos); e número e composição das espécies em relação aos diferentes grupos ecológicos e funcionais.

Segundo Rodrigues et al. (2009), o adensamento representa a ocupação dos espaços vazios (não cobertos pela regeneração natural) por mudas de espécies iniciais da sucessão (pioneiras e secundárias iniciais). Esse procedimento é recomendado para suprir eventuais falhas da regeneração natural ou para o plantio em áreas de borda de fragmentos e grandes clareiras em estágio inicial de sucessão, visando a controlar a expansão de espécies invasoras e nativas em desequilíbrio e favorecer o desenvolvimento das espécies finais por meio do sombreamento. Já o enriquecimento é usado nas áreas ocupadas com

vegetação nativa, mas que apresentam baixa diversidade florística. Representa a introdução de espécies dos estádios finais de sucessão, especialmente as espécies de maior interação com a fauna, e/ou das diversas formas vegetais originais de cada formação florestal, tal como lianas, herbáceas e arbustos.

A prática do enriquecimento pode também ter o objetivo de contemplar o resgate da diversidade genética, o que pode ser realizado pela introdução de indivíduos das espécies já presentes na área, mas produzidos por meio de diferentes matrizes, contendo, conseqüentemente, diferentes genótipos e proporcionando, com isso, o enriquecimento genético das áreas em processo de restauração (BRANCALION et al., 2015). Conforme Botelho et al. (2015), o enriquecimento é uma medida que consiste em reintroduzir, na área a ser restaurada, espécies que foram extintas localmente em função da degradação ou do processo sucessional em que se encontram.

Para Silva et al. (2015), a semeadura direta apresenta-se como técnica promissora, uma vez que a deposição dos propágulos diretamente no solo possibilita estimular o processo de nucleação a baixo custo, já que dispensa a fase de produção de mudas em viveiros. Segundo Ferreira, Santos Júnior e Davide (2015), apesar de ser considerada bastante promissora, essa técnica ainda é pouco empregada. Porém, o seu baixo custo tende a ser um dos fatores mais favoráveis para o seu emprego.

Ferreira et al. (2015) relataram que as formas de semeadura direta mais comumente realizadas em campo são: lançando-se as sementes em toda área e fazendo-se a semeadura em linhas ou sulcos ou em pontos de semeadura ou covas. Uma das premissas para seu emprego é que as áreas onde as sementes serão utilizadas devem ter solos com boa estrutura física, boa fertilidade e boa umidade; e, ainda, que as sementes tenham um bom contato com o solo. Vários fatores abióticos e bióticos devem ser observados quando se usa a semeadura direta para fins de restauração ecológica, uma vez que estes interferem

diretamente tanto na emergência de plântulas como na sobrevivência e estabelecimento das plantas que formarão as futuras populações no novo ambiente.

A transposição de serrapilheira e do banco de sementes do solo pode ser uma alternativa viável para acelerar o processo de sucessão em áreas onde o solo foi degradado. Na camada de restos vegetais e de solo superficial de uma floresta, além de sementes de espécies de diferentes formas de vida, são encontrados ainda nutrientes, matéria orgânica e microrganismos, essenciais para a recuperação da fertilidade e da atividade biológica desses solos (RODRIGUES; MARTINS; LEITE, 2010). O banco de sementes é constituído tanto por sementes produzidas em determinada área quanto por aquelas transportadas de outros locais (MARTINS et al., 2008). Já a camada de serrapilheira proporciona maior infiltração e retenção de água no solo, reduzindo o escoamento superficial (SILVA et al., 2015).

Outra opção de restauração é a implantação de sistemas agroflorestais (SAF). Para Martins e Ranieri (2014), os sistemas agroflorestais tendem a ser ambientalmente vantajosos sobre a agricultura moderna e os métodos de produção florestal. Porém, como os SAF não podem fornecer os mesmos nichos e habitats que os ecossistemas originais, não devem ser promovidos em detrimento da vegetação nativa remanescente, mas, sim, como uma importante ferramenta complementar nos esforços de conservação de amplas paisagens.

2.1.3 Indicadores de Restauração Ecológica

Um projeto de restauração corretamente planejado trata de satisfazer metas definidas e que reflitam atributos significativos do ecossistema de referência (SER, 2004). A seleção de indicadores ecológicos é um passo imprescindível para o monitoramento da eficácia do processo de restauração. É

preciso avaliar se as metas específicas do projeto e os objetivos foram alcançados (BRANCALION; HOLL, 2016). A seleção de indicadores do processo de restauração possibilita ter maior segurança na recomendação de técnicas, o que depende da situação a ser recuperada e dos objetivos propostos, bem como auxilia a comparação do sucesso da intervenção entre diferentes projetos (LIMA et al., 2016). Porém, não é uma tarefa fácil. Segundo Durigan e Suganuma (2015), escolher indicadores ecológicos é sempre desafiador e tem sido um tema polêmico tanto na ciência quanto na prática da restauração.

O ecossistema de referência pode ser constituído por um ecossistema natural ou, mais adequadamente, por um conjunto deles da mesma região ecológica onde o projeto será executado e do mesmo tipo fitogeográfico que ocorria na área a ser restaurada. Com base no estudo e conhecimento dos ecossistemas naturais de uma dada região, é possível estabelecer um conjunto de espécies nativas que poderiam integrar o ecossistema a ser restaurado, como também as condições de funcionamento e estrutura que serão esperadas nessa área (BRANCALION et al., 2015).

Ainda conforme Brancalion et al. (2015), as características de composição, estrutura e funcionamento de um ecossistema natural são muito afetadas pelo tamanho e forma do fragmento, bem como pela sua posição no relevo e pelas características da paisagem regional. Por isso, a escolha do ecossistema de referência deve levar em consideração todo o mosaico de remanescentes florestais de uma dada região, logicamente do mesmo tipo fitogeográfico que ocorria na área a ser restaurada, com diferentes posições na paisagem e diferentes trajetórias de degradação e de regeneração.

A utilização de ecossistemas naturais primitivos como referência ou como meta a ser atingida em projetos de restauração ecológica e a definição de indicadores para avaliar a evolução dos ecossistemas restaurados são temas muito controversos na Ecologia da Restauração. Os autores que defendem o uso

de ecossistemas primitivos como referência argumentam que, para fins de concepção e avaliação de projetos de restauração, é desejável o estabelecimento de alguns padrões esperados como metas a serem atingidas. Assim, identificar pelo menos um ecossistema de referência que contenha uma série de características ambientais, de acordo com o histórico de ocupação da área, seria crucial para avaliar o sucesso de projetos de restauração (SUGANUMA et al., 2013).

Segundo Reis, Davide e Botelho (2015), apesar de ser considerada a base para profissionais que trabalham com a restauração ecológica, é viável reconhecer que, a partir das características ecológicas de ecossistemas como estocasticidade e dinamismos, tal situação modelo pode não ser atingida; ou seja, o ecossistema pode ser direcionado a formas de restauração diferentes do ecossistema original e também alcançar o equilíbrio dinâmico.

Cada fase do processo de restauração possui indicadores específicos a serem avaliados ou com maior peso no processo de avaliação e monitoramento. A avaliação e o monitoramento de cada indicador são diretamente dependentes do estágio de maturação em que a área em processo de restauração se encontra, pois determinados processos ecológicos e atributos funcionais só se expressarão na área a partir de um determinado período. Assim, é fundamental que se inclua o fator tempo na definição da expectativa associada aos resultados a serem atingidos em cada indicador (BRANCALION et al., 2015).

Um ecossistema pode ser considerado restaurado quando: atinge ou apresenta um determinado conjunto de atributos; contém recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar seu desenvolvimento sem necessidade de assistência ou subsídio externo; é capaz de se autossustentar estrutural e funcionalmente; demonstra resiliência em níveis naturais de estresse e distúrbios; e interage com os ecossistemas contíguos a ele, em termos de fluxos

bióticos e abióticos, e no que se refere às interações culturais (OLIVEIRA; ENGEL, 2011).

Uma vez que os habitats estão fisicamente restaurados, um objetivo importante da restauração é recuperar os serviços ecossistêmicos prestados pela diversidade de espécies e suas interações (por exemplo, dispersão de sementes, polinização, controle de pragas e resistência à invasão) (MONTROYA et al., 2012). O objetivo final da restauração é criar um ecossistema autossustentável, que é resistente à perturbação, sem mais assistência. Mas como saber quando esse objetivo foi alcançado? Na prática, a maioria dos estudos avalia as medidas que podem ser categorizados em três grandes atributos do ecossistema: (1) diversidade, (2) estrutura da vegetação e (3) processos ecológicos (RUIZ-JAEN; AIDE, 2005).

No âmbito da legislação, de acordo com Chaves et al. (2015), o Código Florestal não estipula o que se entende por “restaurado” sem clareza sobre quais níveis ou características estruturais, funcionais e de composição devem ser alcançados para cumprir os requisitos legais. Essa é uma fundamental lacuna política que pode prejudicar a eficácia da lei. Dado o enorme tamanho e a heterogeneidade do Brasil, cada governo estadual deve desempenhar seu papel no estabelecimento de instrumentos legais regionais e na determinação e regulamentação dos níveis de referência de sucesso de restauração para cada tipo de ecossistema.

Ainda conforme Chaves et al. (2015), com uma resolução própria sobre restauração ecológica, os projetos de restauração podem se tornar mais bem-sucedidos em termos ecológicos e na prestação de serviços ecossistêmicos graças a uma melhor compreensão dos processos de restauração, à liberdade de adotar diferentes técnicas, à redução de custos e ao uso crescente de práticas baseadas em evidências. Essa nova perspectiva também é oportuna em relação ao crescente número de programas de restauração em todo o mundo exigidos no

contexto de políticas de compensação, nas quais grandes recursos financeiros são investidos sem necessariamente obter os resultados desejáveis para minimizar a degradação ambiental ou a perda de biodiversidade.

Fora do âmbito legal, no campo científico, Daronco et al. (2013) esclarecem que a autossustentabilidade de ecossistemas florestais depende da manutenção dos processos de regeneração natural das espécies vegetais, especialmente arbóreas, que formam a estrutura que abriga todas as outras espécies e cria condições ambientais para o desencadeamento dos processos ecológicos. Portanto, o estoque de plantas em regeneração natural pode ser utilizado como indicador ecológico relevante para avaliar o funcionamento de ecossistemas naturais ou em restauração, por representar os processos de chegada, estabelecimento e persistência das espécies e, portanto, a sustentabilidade da comunidade arbórea. Lima et al. (2016) reforçam que os indivíduos provenientes da regeneração natural refletem a atuação dos processos ecológicos na dinâmica florestal, como a dispersão e chuva de sementes, composição e germinação do banco de sementes e recrutamento de indivíduos da população.

Para Chaves et al. (2015), a abundância e a riqueza de espécies de plantas de regeneração espontânea são facilmente mensuráveis e fornecem evidências muito diretas de um ecossistema que está sendo submetido à restauração, acumulando progressivamente resiliência e autossustentabilidade.

Segundo Moraes et al. (2010), a diversidade biológica é um indicador em potencial e seu monitoramento pode contribuir para o estabelecimento de uma relação mais confiável entre diversidade e sustentabilidade na medida em que seja possível definir qual o mínimo de diversidade capaz de ainda permitir o funcionamento dos ciclos dentro do ecossistema. Indicadores baseados na vegetação (proporção de espécies não nativas, presença e proporção de espécies tolerantes a uma determinada condição de estresse) exigem uma integração entre

conhecimentos taxonômicos e ecológicos, situação que pode restringir sua aplicabilidade. Para Cheung, Liebsch e Marques (2010), em geral, a recuperação florestal é caracterizada pelo aumento da riqueza de espécies, abundância de troncos e biomassa, e um aumento progressivo em espécies lenhosas, zoocóricas e não pioneiras.

Dentro de uma visão integrada, entre os potenciais indicadores para ações de restauração florestal, Moraes et al. (2010) destacam os parâmetros relacionados ao desenvolvimento de plantios de espécies arbóreas nativas (taxa de sobrevivência e desenvolvimento das mudas plantadas): os físico-químicos do solo (estrutura, fertilidade e teor de matéria orgânica), os microbianos (estoque de nutrientes na biomassa microbiana do solo), os relativos à fauna edáfica (densidade e diversidade de organismos) e os parâmetros, que podem indicar um aumento na diversidade do sistema restaurado, relacionados à dispersão de frutos e sementes (chuva de sementes e banco de sementes do solo). Segundo Brancalion et al. (2015), diante dessa complexidade de possíveis indicadores que podem ser avaliados em uma área em processo de restauração, dependendo do objetivo e do público para o qual os resultados do monitoramento serão apresentados, esses indicadores devem ser escolhidos de forma a atender melhor a esses quesitos e reduzir os custos associados ao processo.

A análise multivariada pode ser usada eficazmente para desenvolver ferramentas de integração para avaliar o sucesso da restauração, uma vez que tornam possível sintetizar informações ambientais, explicando, assim, mais a variabilidade do sistema em menores dimensões (GONZALEZ et al., 2014).

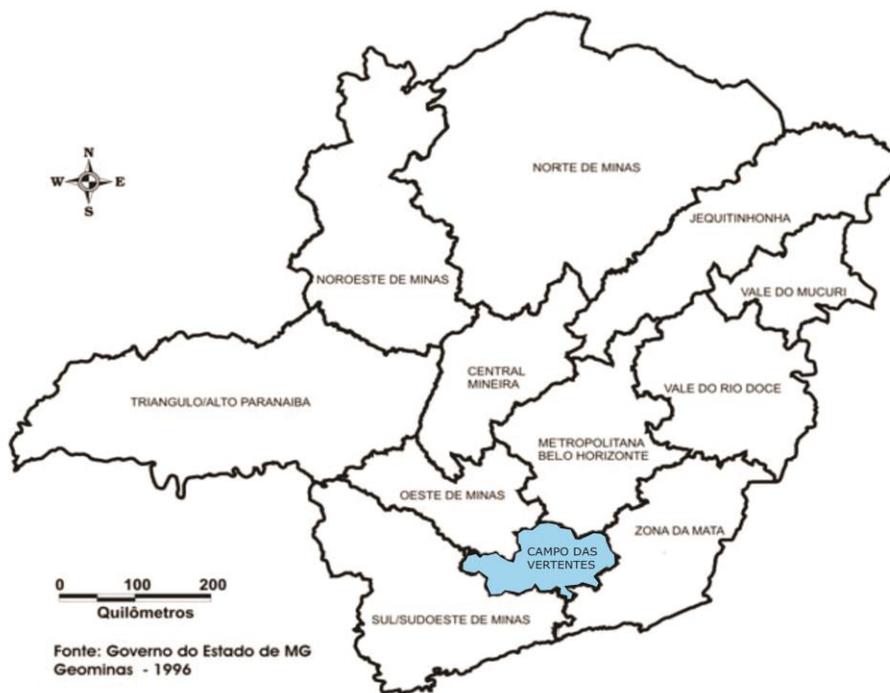
Tão importante quanto a escolha de indicadores é a confiabilidade destes na predição de seu comportamento em longo prazo refletindo a evolução da restauração de determinado ecossistema (REIS et al., 2015). Quaisquer que sejam os parâmetros selecionados como indicadores da restauração, eles devem

ser escolhidos com base em critérios que reflitam a viabilidade e a estabilidade do ecossistema no longo prazo (MORAES et al., 2010).

2.2 Região do Campo das Vertentes

De acordo com Diniz e Batella (2005), por meio de um trabalho elaborado pelo IBGE em 1990, intitulado “Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas”, o estado de Minas Gerais foi dividido em 12 Mesorregiões geográficas (FIGURA 1) e 66 Microrregiões geográficas (FIGURA 2).

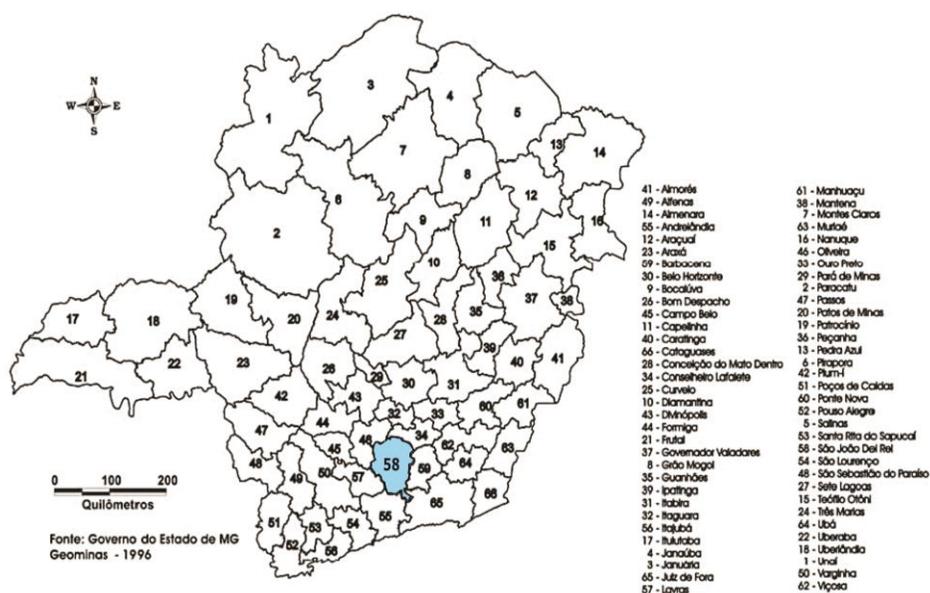
Figura 1 – Mesorregiões Geográficas de Minas Gerais.



Fonte: Diniz e Batella (2005).

A Região do Campo das Vertentes é uma das 12 mesorregiões geográficas de Minas Gerais segundo a divisão do IBGE em 1990, sendo subdividida em três microrregiões: Barbacena, Lavras e São João del-Rei, essa última compondo a área de abrangência do presente estudo. A microrregião de São João del-Rei é composta por 15 municípios, sendo eles: Conceição da Barra de Minas, Coronel Xavier Chaves, Dolores de Campos, Lagoa Dourada, Madre de Deus de Minas, Nazareno, Piedade do Rio Grande, Prados, Resende Costa, Ritópolis, Santa Cruz de Minas, Santana do Garambéu, São João del-Rei, São Tiago e Tiradentes.

Figura 2 – Microrregiões Geográficas de Minas Gerais.



Fonte: Diniz e Batella (2005).

A região do Campo das Vertentes é uma vasta área dominada por Cambissolos e Latossolos. O relevo apresenta-se ondulado e com significativas

extensões já comprometidas por atividades agrícolas, pela atividade mineradora e pela presença de voçorocas e sulcos (ZULIANI, 2006).

No Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (2008), a microrregião de São João del-Rei, com exceção de parte do território dos municípios de Resende Costa e Lagoa Dourada, está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Grande. Conforme Zuliani (2006), correspondem, de modo geral, às unidades de planejamento GD-1 e GD-2 no ordenamento de comitês de bacias hidrográficas adotado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

O clima predominante na microrregião de São João del-Rei, em especial na Bacia do Rio das Mortes, é o tropical de altitude com invernos frios e secos e verões quentes e úmidos, Cwa e Cwb, de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média anual é 19 °C, com pequena variação entre as médias do mês mais quente (janeiro, 21 °C) e do mais frio (julho, 15 °C). A precipitação média anual é de 1.450 mm, com deficiência hídrica moderada entre maio e setembro (ZULIANI, 2006).

2.2.1 Fitofisionomias

Segundo o Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (2008), a microrregião de São João del-Rei está inserida no domínio do Bioma Mata Atlântica, conforme disposto pela Lei Federal 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Por estar em uma área de transição entre o Bioma Cerrado e o Bioma Mata Atlântica, a vegetação da região apresenta características referentes aos dois biomas, com predomínio das áreas de Campo, seguido por fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual Montana, ocorrendo ainda, em pequena proporção, alguns fragmentos de Campo Rupestre.

Os Campos Rupestres no Brasil apresentam uma ampla variedade de fisionomias, desde áreas abertas cobertas por gramíneas e outras ervas a habitats com adensamento de arbustos e pequenas árvores, com ou sem a presença de afloramentos rochosos. Encontram-se distribuídos, principalmente, ao longo da Cadeia do Espinhaço embora áreas isoladas desse tipo de vegetação também sejam encontradas nas serras do Brasil Central (e.g. Chapada dos Veadeiros e Serra dos Pirineus, ambas em Goiás, e Serra da Canastra, no Sudoeste de Minas Gerais) ou em montanhas da região de São João del-Rei (Serra do Lenheiro), Tiradentes (Serra de São José) e Itutinga, em Minas Gerais, essas três últimas consideradas como pertencentes à Serra da Mantiqueira, mas com geologia e afinidades florísticas mais relacionadas aos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço (VASCONCELOS, 2011).

No Brasil, o Cerrado ocupa aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados, equivalendo a mais de um quinto da área do país, e é considerado a savana mais biodiversa do mundo. Suas fisionomias variam de formações campestres até formações florestais (Couto Junior et al., 2011). A vegetação natural de Cerrado ocorre em interflúvios bem drenados e consiste de misturas de pastagens, muitas vezes com escassa ocorrência de arbustos e pequenas árvores, matagais e bosques (Sano et al., 2010). Sua área inclui elevada diversidade ambiental de tipos de solo, geologia, geomorfologia e clima, e contém uma variedade heterogênea de tipos de vegetação (SILVA et al., 2006).

De acordo com Sano et al. (2010), o Cerrado é o segundo bioma mais rico do Brasil em termos de biodiversidade e apresenta alta pressão de uso da terra. Enquanto fisionomias naturais compreendem 90% da parte norte do bioma, apenas 15% são encontrados em sua porção sul. Na ótica de Pinheiro e Durigan (2012), está entre as savanas mais ricas do planeta devido à sua riqueza biológica. Entretanto, vem sendo submetido à forte pressão antrópica. A

combinação de alta riqueza e grau de ameaça levou a sua inclusão entre as 25 áreas consideradas críticas para a conservação da biodiversidade no mundo. Apenas 20% da cobertura original do cerrado permanecem intacta e somente 2,2% de sua área original de ocorrência estão inseridos em áreas protegidas.

No Brasil, os dois ambientes mais intensivamente degradados nas últimas décadas têm sido a Mata Atlântica e o Cerrado, que são, inclusive, considerados como *hotspots* mundiais (SETTE; ZANZINI, 2015). Conforme Orsi, Geneletti e Newton (2011), áreas com excepcional concentração de espécies endêmicas e com altas taxas de perda de habitat podem ser definidas como *hotspots* de biodiversidade, que constituem uma prioridade para a conservação da maioria das espécies ao menor custo.

A Mata Atlântica constitui um dos ecossistemas mais ameaçados, com seus principais remanescentes em áreas de relevo acidentado, como as serras do Mar e da Mantiqueira. No sul de Minas Gerais, a Mata Atlântica é representada por pequenos fragmentos florestais, menores que 10 hectares, de diferentes estádios sucessionais (RIBEIRO et al., 2013). Paralelamente, segundo Rezende et al. (2015), a maior parte das espécies ameaçadas, constante na lista vermelha da fauna e flora brasileiras, pertence a esse bioma.

Ainda que as pesquisas sobre a restauração de ecossistemas tenham se intensificado nas últimas décadas no Brasil, particularmente sobre matas ciliares, os estudos concentram-se, quase que exclusivamente, na região da Mata Atlântica. As matas ciliares em região de Cerrado são relativamente pouco conhecidas em sua composição, estrutura e funcionamento, e menos ainda em sua restauração (DARONCO et al., 2013). Agravando a situação presente no Cerrado, os ecossistemas campestres estão constantemente sobre exploração intensa de atividades agrícolas e formação de pastagens. No entanto, de acordo com Oliveira e Engel (2011), os ecossistemas mais estudados ou que apresentam maior quantidade de referências são os ecossistemas florestais.

2.2.2 Áreas Antropizadas

Com a mudança dos paradigmas da ecologia (ecologia contemporânea), os ecossistemas passaram a ser entendidos como sistemas abertos e sujeitos a variados tipos de distúrbios, bem como suscetíveis a influências por uma série de fatores após esses distúrbios (CALEGARI et al., 2013). Um dos maiores desafios para a ciência e para a prática da restauração está em identificar quais são os filtros ecológicos que dificultam a chegada, o estabelecimento e a persistência das espécies em diferentes situações de perturbação e para os diferentes biomas (DURIGAN; ENGEL, 2012).

A maior parte dos problemas ambientais que provocam mudanças na distribuição e abundância dos organismos é decorrente da fragmentação antrópica (MOREL et al., 2016), que destrói habitats naturais ou isola populações animais e vegetais (BORGES et al., 2015). A ocorrência de diferentes perturbações e intervalos de tempo entre elas contribui para a heterogeneidade estrutural e global da biodiversidade do ecossistema florestal. A gravidade dos distúrbios determina quais componentes do ambiente (vegetação) irão sobreviver. Consequentemente, a gravidade da perturbação pode influenciar também a regeneração de diferentes maneiras: por uma mudança física na disponibilidade de luz e nutrientes, por eliminação de espécies concorrentes e por danificar o sistema radicular (MANDRE; KIVISTE; KOESTER, 2011).

A identificação dos fatores de degradação de uma dada área a ser restaurada tem fundamental importância dentro de um programa de restauração florestal, pois o isolamento desses fatores é o ponto de partida, a fim de que sejam implantadas as ações mais adequadas para a recuperação do ecossistema degradado (BRANCALION et al., 2015).

Segundo Moraes et al. (2010), a degradação dos ecossistemas passa por vários estágios. Se a degradação do ecossistema se restringir a fatores bióticos

(estágios iniciais), como a presença de espécies invasoras, os esforços de restauração devem se concentrar no manejo desse componente biótico que atua como agente de degradação; em estágios intermediários de degradação (estágios intermediários), quando houve mudanças no componente abiótico, as ações deverão ser a de retirar o agente degradador e reparar o ambiente físico e/ou químico; finalmente, nas situações mais extremas (estágios finais), há a necessidade de resolver primeiro as questões abióticas, como a recuperação da fertilidade do solo. Para uma avaliação mais específica do local antropizado, do nível de degradação e suas consequências, De Lange et al. (2010) sugerem a necessidade de uma avaliação das características da comunidade biológica ameaçada de extinção (estrutura, função, sensibilidade, vulnerabilidade, valor natural etc.).

A degradação de alguns biomas tem comprometido a conservação da biodiversidade e a geração de serviços ecossistêmicos. A Mata Atlântica brasileira, por exemplo, passou por uma rápida devastação com o crescimento urbano e industrial, e com a agricultura intensiva (ROTTA; VIANI; ROSÁRIO, 2016). Segundo Rezende et al. (2015), a região da Mata Atlântica passou por mudanças socioeconômicas importantes durante o século passado, relacionadas a uma ocupação intensa para a produção de café, seguida por abandono de terras em décadas recentes. Estima-se que, em todo o mundo, cerca de 1,1 milhões de hectares de florestas tropicais, secundárias e energéticas são destruídas anualmente ou são seriamente degradadas pela expansão agropecuária, que, juntamente com as atividades de mineração e construção de barragens, estradas e ferrovias, são as principais atividades antrópicas responsáveis pela geração de áreas degradadas (SILVA et al., 2015).

As atividades agrícola e pecuária são geradoras de resíduos e potencialmente produtoras de impactos ambientais como qualquer outra atividade humana (GALHARTE; CRESTANA, 2010), e o desmatamento e

conversão de florestas em terras agrícolas e pastagens é uma prática comum nos trópicos. Tais pressões antropogênicas levam ao declínio da biodiversidade e perda de processos e serviços dos ecossistemas (ZWIENER et al., 2014). A gestão dos pastos normalmente exige atividades como aração do solo e limitação no surgimento de árvores, afetando fortemente o habitat para o estabelecimento das plantas (CHEUNG et al., 2010).

A fragmentação de ecossistemas naturais, que decorre, sobretudo, da ampliação de áreas agrícolas, resulta em isolamento dos habitats remanescentes, comprometendo a dispersão de sementes e a regeneração da vegetação (DARONCO et al., 2013). Em especial, as áreas de preservação permanente, ao longo de cursos d'água e no entorno de nascentes, vem sofrendo forte pressão antrópica em razão de o ambiente onde ocorrem ser mais plano e fértil e, frequentemente, adequado para as práticas agrícolas (SOUZA et al., 2012).

Segundo Calegari et al. (2010), nos pequenos fragmentos florestais, as populações de plantas, principalmente árvores, são constituídas por poucos indivíduos da mesma espécie, gerando percentual considerável de endogamia (cruzamento entre parentes) e alta probabilidade de extinção das espécies no local. Entretanto, esses pequenos remanescentes podem funcionar como *stepping stones* (pontos de ligação ou trampolins ecológicos), que são pequenas áreas de hábitat dispersas pela matriz, que podem, para algumas espécies, facilitar os fluxos entre fragmentos. Para Lima et al. (2016), a conexão entre os fragmentos é altamente dependente das interações bióticas que catalisam a sucessão em áreas em processo de restauração e melhoram as condições para que espécies nativas ocupem ambientes outrora degradados. Essas espécies podem servir de gatilhos ecológicos de forma a potencializar o fluxo gênico entre habitats e, conseqüentemente, aumentarem a conectividade da paisagem e a resiliência do ecossistema.

Outro exemplo típico de impacto antropogênico cumulativo ocorre em muitas savanas tropicais, em que algumas áreas são queimadas e, em seguida, usadas para pastagem de gado. Consequências generalizadas desse processo de degradação sequencial são a extinção local de espécies de plantas nativas, a colonização por exóticas invasoras e o crescente domínio de espécies exóticas (ALMEIDA-NETO et al., 2010). Ainda em relação ao Cerrado, segundo Silva et al. (2006), a modificação ambiental trazida pela agricultura comercial é extensa e consiste de fragmentação da paisagem, perda da biodiversidade, invasão biológica, erosão do solo, poluição da água, mudanças no regime de fogo, degradação do solo e uso intensivo de produtos químicos (SILVA et al., 2006).

Conforme Galharte e Crestana (2010), as fitofisionomias de Cerrado possuem importantes características, como abundância de luminosidade, pequena variação da temperatura durante todo o ano e bom regime pluvial por seis a sete meses durante o ano, fatores que permitem, e justificam, a exploração intensiva de culturas anuais e pastagem. Barreira et al. (2002) apontam que, além da produção agropecuária, as fitofisionomias de Cerrado sofrem grande pressão em face à grande demanda de carvão vegetal e energia para propriedades rurais, pequenas indústrias, olarias e siderurgias, além de madeira para mobiliário e construção civil.

A presença recorrente de perturbações antrópicas impede a regeneração do ecossistema. Isso ocorre frequentemente em áreas de pastagens extensivas, que periodicamente são roçadas ou queimadas para favorecer a pastagem, liberando as gramíneas forrageiras para se desenvolverem sem maiores restrições (BRANCALION et al., 2015). A ocorrência dessas invasoras agressivas pode inibir a regeneração natural das espécies arbóreas, mesmo que estejam presentes no banco de sementes ou que cheguem à área, via dispersão. Ao formarem densa camada de biomassa, reduzem a luminosidade na superfície do solo, podendo impedir os processos de germinação e o recrutamento de

espécies nativas presentes no banco de sementes, principalmente das espécies pioneiras que necessitam da luz para germinação e desenvolvimento (PEREIRA; BOTELHO; DAVIDE, 2015).

Segundo Sobanski e Marques (2014), a substituição da vegetação natural por pastagens também promove alterações físicas e químicas no solo, tais como a perda de estrutura edáfica e porosidade, a redução da matéria orgânica e a perda de fertilidade, que afetam diretamente o estabelecimento e desenvolvimento de espécies de plantas associadas a processos de sucessão.

No caso da pecuária, o pisoteio dos animais pode resultar em sulcos de erosão, que podem se alargar na época das chuvas, principalmente em áreas declivosas, e virem a formar voçorocas. A erosão laminar e em sulcos pode carrear grandes quantidades de sedimentos para os cursos d'água, comprometendo os recursos hídricos e as espécies aquáticas, sem falar na redução do potencial produtivo do solo. Uma vez perdida a camada superficial do solo por erosão, haverá dificuldades muito maiores para o restabelecimento da vegetação nativa devido às limitações impostas pela compactação e baixa disponibilidade de nutrientes (BRANCALION et al., 2015).

Por meio do Mapeamento da Flora Nativa e Reflorestamentos de Minas Gerais, Scolforo (2005) determinou a distribuição da Flora Nativa e dos Reflorestamentos em todos os 853 municípios mineiros. A Tabela 1 demonstra a porcentagem de flora nativa em cada município integrante da microrregião de São João del-Rei, demonstrando a extensa pressão antropogênica sofrida pelo Cerrado e pela Mata Atlântica.

Tabela 1 – Porcentagem de Flora Nativa por município da microrregião de São João del-Rei.

MUNICÍPIO	FLORA NATIVA (%)
Conceição da Barra de Minas	22,39
Coronel Xavier Chaves	13,24
Dores de Campos	9,39
Lagoa Dourada	14,68
Madre de Deus de Minas	24,45
Nazareno	26,45
Piedade do Rio Grande	64,35
Prados	32,19
Resende Costa	64,43
Ritópolis	12,47
Santa Cruz de Minas	65,33
Santana do Garambéu	67,14
São João del-Rei	19,66
São Tiago	13,89
Tiradentes	9,43

Fonte: adaptado de Scolforo (2005).

Boa parte da comunidade científica e de entidades e movimentos de proteção ambiental teme que a aplicação da nova lei, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, aumente a perda de vegetação nativa e diminua a necessidade de recuperação em regiões já muito degradadas (BRANCALION et al., 2016).

Rotta et al. (2016) destacam que as mudanças na lei promoveram alterações significativas na delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e das Reservas Legais (RL) a serem recompostas. Essas mudanças reduzem as áreas destinadas à restauração florestal nas propriedades rurais.

No primeiro ano após a publicação da Lei, houve na Mata Atlântica uma elevação média na taxa de supressão de vegetação nativa de 9%, índice que chegou a 150% no Piauí. Esses dados mantêm o Brasil no constrangedor posto de país com maior área de supressão de vegetação nativa no mundo. Essa redução de habitats é o principal fator associado à extinção de espécies no País, e a aplicação da nova lei poderá agravar esse quadro por permitir a redução de até 58% na área a ser recuperada e possibilitará compensação da RL longe das regiões com carência crítica de vegetação nativa (BRANCALION et al., 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Em um primeiro momento, para permitir uma análise legal e técnico-científica dos projetos de restauração, foram realizadas pesquisas bibliográficas com intuito de levantar o conhecimento acumulado na área de restauração ecológica, com aplicabilidade no Brasil e em Minas Gerais, bem como as tendências mundiais acerca do tema. Tal levantamento forneceu subsídios para definição dos indicadores legais e técnico-científicos.

Para a pesquisa em restauração ecológica, foram adotados como referência os diferentes biomas e fitofisionomias presentes em Minas Gerais, especialmente na mesorregião do Campo das Vertentes. Para tanto, foi feito um levantamento dos artigos científicos publicados nos últimos anos, por meio da metodologia Revisão Sistemática de Literatura (RSL), utilizando-se as bases bibliográficas Web of Science, ScienDirect, Scopus, SciELO e Google Acadêmico. Foram pesquisados os seguintes temas/palavras-chave em português e em inglês: restauração ecológica, indicadores de restauração ecológica, projetos de restauração florestal, fitofisionomias do Campo das Vertentes e áreas antropizadas.

Foram selecionados artigos que tratam das bases teóricas da restauração ecológica e que apresentam métodos e técnicas para a restauração de diferentes ecossistemas. Procurou-se, também, por trabalhos que abordam o planejamento da restauração e a seleção de indicadores de restauração ecológica, assim como pelos principais fatores que causam a degradação dos ambientes a serem restaurados. Foram utilizados, ainda, livros, normas técnicas e ambientais, teses, dissertações e documentos científicos diversos que tratam sobre projetos de restauração ecológica.

3.1 Definição da base de dados

Em um segundo momento, de acordo com o objetivo do trabalho, foi realizada a coleta de dados em fontes primárias por meio do censo dos processos de regularização ambiental, exclusivamente os processos de intervenção em área de preservação permanente, que compõem os arquivos do Núcleo Regional de Regularização Ambiental de São João del-Rei, Minas Gerais. Os processos de intervenção em área de preservação permanente foram os únicos selecionados para a população de estudo por comporem a única situação, dentre os processos de regularização ambiental, em que a apresentação de um projeto de restauração florestal é obrigatória perante as normas legais.

Segundo o Decreto Estadual nº 45.968, de 23 de maio de 2012, o Núcleo Regional de Regularização Ambiental de São João del-Rei é responsável pelos processos de regularização ambiental em 12 municípios do Campo das Vertentes: Conceição da Barra de Minas, Coronel Xavier Chaves, Madre de Deus de Minas, Nazareno, Piedade do Rio Grande, Prados, Resende Costa, Ritópolis, Santa Cruz de Minas, São João del-Rei, São Tiago e Tiradentes.

Foram levantados e analisados 41 projetos vinculados aos processos de regularização formalizados nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015. Foram analisadas as versões iniciais dos projetos, apresentadas no momento da formalização do processo, desconsiderando-se quaisquer adequações solicitadas após análise realizada pelo órgão ambiental.

3.2 Definição dos Indicadores

Com a análise dos projetos selecionados, os dados levantados foram organizados conforme metodologia proposta por Zanzini (2001), também utilizada por Freitas (2014) e Santos (2015), mediante o emprego de indicadores,

cujos itens foram associados a índices numéricos e estruturados no sentido de atender aos dois grupos de indicadores da pesquisa:

1) Indicadores relacionados com a legislação ambiental (Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM 076/04).

Para avaliar a qualidade dos projetos elaborados, através da concordância com a legislação, os dados foram analisados e comparados com sete indicadores relacionados com o Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM 076/04, o qual foi adotado como termo de referência por ser o único indicador legal disponível que trata exclusivamente sobre projetos de restauração florestal:

a) Indicador Legal 1 (IL 1): o projeto deve conter caracterização edáfica, hídrica e climática da área a ser restaurada.

b) Indicador Legal 2 (IL 2): o projeto deve conter inventário qualitativo da fauna e quali-quantitativo da flora.

c) Indicador Legal 3 (IL 3): o projeto deve identificar e avaliar os danos físicos (edáficos e hídricos) da área a ser restaurada.

d) Indicador Legal 4 (IL 4): o projeto deve identificar e avaliar os danos biológicos (fauna e flora) da área a ser restaurada.

e) Indicador Legal 5 (IL 5): o projeto deve conter delimitação, com coordenadas geográficas, da área a ser restaurada.

f) Indicador Legal 6 (IL 6): o projeto deve apresentar o método de restauração a ser executado, assim como sua forma de implantação.

g) Indicador Legal 7 (IL 7): o projeto deve apresentar metodologia para avaliação de resultados.

A fim de atingir os objetivos, cada indicador legal foi subdividido em itens, sendo atribuída determinada nota a cada item, cujo somatório determina a nota de cada indicador, o que é descrito na Tabela 2. A nota máxima atribuída a cada indicador foi relacionada ao número e à importância dos itens constituintes do Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM 076/04.

Tabela 2 – Itens e notas atribuídas a cada indicador legal (continua).

Indicador Legal (IL)	Itens	Nota
IL 1 - o projeto deve conter caracterização edáfica, hídrica e climática da área a ser restaurada.	1 - Ausência de caracterização. () (=0) 2 - Apresenta caracterização edáfica da área a ser restaurada. () (=1) 3 - Apresenta caracterização hídrica da área a ser restaurada. () (=1) 4 - Apresenta caracterização climática da área a ser restaurada. () (=1)	03
IL 2 - o projeto deve conter inventário qualitativo da fauna e quali-quantitativo da flora.	1 - Ausência de inventário da fauna e flora. () (=0) 2 - Apresenta inventário qualitativo da fauna. () (=1) 3 - Apresenta inventário qualitativo da flora. () (=1) 4 - Apresenta inventário quantitativo da flora. () (=2)	04
IL 3 - o projeto deve identificar e avaliar os danos físicos (edáficos e hídricos) da área a ser restaurada.	1 - Ausência de identificação e avaliação dos danos. () (=0) 2 - Identifica os danos físicos da área a ser restaurada. () (=2) 3 - Avalia os danos físicos da área a ser restaurada, contribuindo com os critérios de seleção dos métodos de restauração. () (=4)	06
IL 4 - o projeto deve identificar e avaliar os danos biológicos (fauna e flora) da área a ser restaurada.	1 - Ausência de identificação e avaliação dos danos. () (=0) 2 - Identifica os danos biológicos da área a ser restaurada. () (=2) 3 - Avalia os danos biológicos da área a ser restaurada, contribuindo com os critérios de seleção dos métodos de restauração. () (=4)	06

Tabela 2 – Itens e notas atribuídas a cada indicador legal (conclusão).

IL 5 - o projeto deve conter delimitação, com coordenadas geográficas, da área a ser restaurada.	1 - Não apresenta delimitação da área a ser restaurada. () (=0) 2 - Apresenta delimitação, sem georreferenciamento da área a ser restaurada. () (=1) 3 - Apresenta delimitação, com georreferenciamento e quantificação da área a ser restaurada. () (=4)	04
IL 6 - o projeto deve apresentar o método de restauração a ser executado, assim como sua forma de implantação.	1 - Não apresenta o método de restauração a ser executado. () (=0) 2 - Apresenta, de forma clara, o método de restauração a ser executado. () (=3) 3 - Apresenta a metodologia para implantação e condução da restauração. () (=3)	06
IL 7 - o projeto deve apresentar metodologia para avaliação de resultados.	1 - Não indica metodologia para avaliação de resultados. () (=0) 2 - Indica metodologia para avaliação de resultados. () (=3) 3 - Prevê e propõe estratégias de correção na execução do projeto. () (=3)	06
Total	23	35

Fonte: autoria própria (2016).

2) Indicadores relacionados com parâmetros técnicos e ambientais.

Para avaliar a qualidade dos projetos, por meio da concordância com parâmetros técnicos e ambientais, os dados foram analisados e comparados com dez indicadores formulados com base na literatura científica, em especial com os princípios da SER International (2004) sobre a restauração ecológica e o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica (RODRIGUES et al., 2009):

a) Indicador Técnico Ambiental 1 (ITA 1): o projeto deve apresentar descrição das metas de restauração.

b) Indicador Técnico Ambiental 2 (ITA 2): o projeto deve conter indicação de um ecossistema de referência.

c) Indicador Técnico Ambiental 3 (ITA 3): o projeto deve descrever a metodologia utilizada para levantamento dos dados referentes ao meio biótico e abiótico.

d) Indicador Técnico Ambiental 4 (ITA 4): o projeto deve apresentar a caracterização do uso do solo e identificar os filtros/barreiras ecológicas presentes na área a ser restaurada.

e) Indicador Técnico Ambiental 5 (ITA 5): o projeto deve apresentar estrutura lógica clara quanto à necessidade de restauração e fundamentar a escolha do método de restauração.

f) Indicador Técnico Ambiental 6 (ITA 6): o projeto deve apresentar lista das espécies ameaçadas de extinção, de ocorrência na região da área a ser restaurada, e propor estratégias específicas para conservação dessas espécies.

g) Indicador Técnico Ambiental 7 (ITA 7): o projeto deve quantificar e descrever os materiais a serem utilizados na restauração.

h) Indicador Técnico Ambiental 8 (ITA 8): o projeto deve indicar e descrever as estratégias de monitoramento e avaliação da execução das medidas propostas.

i) Indicador Técnico Ambiental 9 (ITA 9): o projeto deve apresentar estratégias em longo prazo para proteção e manutenção do ecossistema restaurado.

j) Indicador Técnico Ambiental 10 (ITA 10): o projeto deve apresentar cronograma de execução e previsão de orçamento.

A fim de atingir os objetivos, cada indicador técnico ambiental foi subdividido em itens, sendo atribuída determinada nota a cada item, cujo somatório determina a nota de cada indicador, o que é descrito na Tabela 3. O valor foi adotado visando a adequar a amplitude de variação da nota atribuída a cada indicador técnico ambiental aos objetivos propostos no presente trabalho.

Tabela 3 – Itens e notas atribuídas a cada indicador técnico ambiental (continua).

Indicador Técnico Ambiental (ITA)	Itens	Nota
ITA 1 - o projeto deve apresentar descrição das metas de restauração.	<p>1 - Ausência de descrição das metas. () (=0)</p> <p>2 - As metas são descritas sem fundamentação técnica. () (=1)</p> <p>3 - As metas são descritas com fundamentação técnica, refletindo atributos importantes de um ecossistema de referência. () (=4)</p>	04
ITA 2 - o projeto deve conter indicação de um ecossistema de referência.	<p>1 - Ausência de indicação de um ecossistema de referência. () (=0)</p> <p>2 - Descreve os atributos do ambiente abiótico do ecossistema de referência. () (=2)</p> <p>3 - Apresenta a composição de espécies do ecossistema de referência. () (=2)</p> <p>4 - Descreve os eventos normais de estresse periódico que afetam o ecossistema de referência. () (=2)</p>	06
ITA 3 - o projeto deve descrever a metodologia utilizada para levantamento dos dados referentes ao meio biótico e abiótico.	<p>1 - Ausência de descrição da metodologia. () (=0)</p> <p>2 - Descreve a metodologia utilizada, sendo o levantamento baseado em dados secundários. () (=1)</p> <p>3 - Descreve a metodologia, sendo o levantamento baseado em dados primários, sem detalhamento dos materiais e métodos utilizados. () (=2)</p> <p>4 - Descreve a metodologia, sendo o levantamento baseado em dados primários, com detalhamento dos materiais e métodos utilizados. () (=4)</p>	05
ITA 4 - o projeto deve apresentar a caracterização do uso do solo e identificar os filtros/barreiras ecológicas presentes na área a ser restaurada.	<p>1 - Não apresenta caracterização do uso do solo e não identifica os filtros/barreiras ecológicas presentes. () (=0)</p> <p>2 - Apresenta caracterização do uso do solo. () (=3)</p> <p>3 - Identifica os filtros/barreiras ecológicas presentes na área a ser restaurada. () (=3)</p>	06

Tabela 3 – Itens e notas atribuídas a cada indicador técnico ambiental (continua).

ITA 5 - o projeto deve apresentar estrutura lógica clara quanto à necessidade de restauração e fundamentar a escolha do método de restauração.	<p>1 - Não justifica a necessidade e o método de restauração escolhido. () (=0)</p> <p>2 - Justifica, sem fundamentação técnica e científica, não baseado em um diagnóstico apropriado do local. () (=2)</p> <p>3 - Justifica com fundamentação técnica, baseado na literatura científica, com diagnóstico do local a ser restaurado e do entorno imediato. () (=6)</p>	06
ITA 6 - o projeto deve apresentar lista das espécies ameaçadas de extinção, de ocorrência na região da área a ser restaurada, e propor estratégias específicas para conservação destas espécies.	<p>1 - Não apresenta lista das espécies ameaçadas de extinção. () (=0)</p> <p>2 - Apresenta lista da flora ameaçada de extinção, de ocorrência na região da área a ser restaurada. () (=1)</p> <p>3 - Apresenta lista da fauna ameaçada de extinção, de ocorrência na região da área a ser restaurada. () (=1)</p> <p>4 - Propõe estratégias específicas de monitoramento e conservação das espécies ameaçadas de extinção. () (=3)</p>	05
ITA 7 - o projeto deve quantificar e descrever os materiais a serem utilizados na restauração.	<p>1 - Não lista os materiais a serem utilizados. () (=0)</p> <p>2 - Os materiais são listados e quantificados, mas sem caracterização descritiva. () (=2)</p> <p>3 - Os materiais são listados, quantificados e com caracterização descritiva, incluindo rendimentos operacionais baseados em metodologias mais usadas e os cuidados em se obter material de boa qualidade. () (=4)</p>	04
ITA 8 - o projeto deve indicar e descrever as estratégias de monitoramento e avaliação da execução das medidas propostas.	<p>1 - Não indica estratégias de monitoramento e avaliação. () (=0)</p> <p>2 - Indica as estratégias de monitoramento e avaliação dos resultados. () (=2)</p> <p>3 - Indica e descreve se as estratégias de monitoramento e avaliação serão por comparação direta, análises de atributos ou análise da trajetória. () (=6)</p>	06

Tabela 3 – Itens e notas atribuídas a cada indicador técnico ambiental (conclusão).

ITA 9 - o projeto deve apresentar estratégias em longo prazo para proteção e manutenção do ecossistema restaurado.	1 - Não apresenta estratégias em longo prazo para proteção e manutenção. () (=0) 2 - Apresenta estratégias em longo prazo para proteção e manutenção do ecossistema restaurado. () (=2) 3 - Apresenta as estratégias em longo prazo para proteção e manutenção do ecossistema restaurado, detalhando as estratégias de acordo com o provável fator de degradação. () (=4)	04
ITA 10 - o projeto deve apresentar cronograma de execução e previsão de orçamento.	1 - Não possui cronograma e orçamentos. () (=0) 2 - Possui cronograma de execução. () (=1) 3 - Possui orçamento, mas sem detalhamento por etapas de implantação. () (=1) 4 - Possui orçamento para preparo do local e atividades de instalação. () (=1) 5 - Possui orçamento para atividades pós-instalação. () (=1) 6 - Possui orçamento prevendo atividades de correção na execução do projeto. () (=1)	04
Total	36	50

Fonte: autoria própria (2016).

Os indicadores relacionados com a legislação e com parâmetros técnicos e ambientais, bem como seus itens e respectivas notas, foram avaliados por um grupo de oito professores e pesquisadores, incluindo o professor orientador deste trabalho, com intuito de lapidar e obter uma metodologia mais consolidada. Após a realização das adequações sugeridas, o grupo de indicadores proposto na metodologia foi aprovado pelos professores avaliadores.

Os professores e pesquisadores que contribuíram com a avaliação da metodologia utilizada foram os seguintes: o professor orientador Dr. Luís Antônio Coimbra Borges, os professores Dr. Antônio Carlos da Silva Zanzini, Dr. José Aldo Alves Pereira, Dra. Soraya Alvarenga Botelho e Dr. Warley

Augusto Caldas Carvalho, todos da Universidade Federal de Lavras (UFLA); a professora Dra. Gislene Carvalho de Castro, da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ); o professor Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (USP); e a professora Dra. Sustanis Horn Kunz, da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

3.3 Análise dos dados

Os dados coletados nos projetos de restauração florestal avaliados foram analisados de acordo com as seguintes abordagens:

1) Concordância com a legislação:

a) Concordância dos projetos com a legislação:

A avaliação dos Projetos de Restauração Florestal em comparação com o Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM 076/04 foi estimada por meio do Índice de Concordância Legal do projeto de restauração florestal, variando numericamente de 0 a 1, apresentado pela equação a seguir:

$$\text{ICL}_{\text{PRF}} = \frac{\sum i_{(L)j}}{\sum I_{(L)j}}$$

onde:

ICL_{PRF} = Índice de Concordância Legal do Projeto de Restauração Florestal.

$i_{(L)j}$ = Nota obtida pelo j-ésimo indicador legal do projeto avaliado.

$I_{(L)j}$ = Nota máxima do j-ésimo indicador legal.

b) Concordância dos indicadores com a legislação:

A avaliação do cumprimento de cada indicador dos Projetos de Restauração Florestal em relação ao Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM 076/04 foi estimada por meio do Índice de Concordância Legal do Indicador, variando numericamente de 0 a 1, apresentado pela equação a seguir:

$$\mathbf{ICL_I = \sum i_{(L)j} / I_{(L)j}}$$

onde:

ICL_I = Índice de Concordância Legal do Indicador.

$i_{(L)j}$ = Nota de cada item cumprido do j-ésimo indicador legal do projeto avaliado.

$I_{(L)j}$ = Nota máxima do j-ésimo indicador legal.

2) Concordância com parâmetros técnicos e ambientais:

a) Concordância dos projetos com parâmetros técnicos e ambientais:

A avaliação dos Projetos de Restauração Florestal em comparação com os parâmetros técnicos e ambientais foi estimada por meio do Índice de Concordância Técnico Ambiental do projeto de restauração florestal, variando numericamente de 0 a 1, apresentado pela equação a seguir:

$$\mathbf{ICTA_{PRF} = \sum i_{(TA)j} / \sum I_{(TA)j}}$$

onde:

$ICTA_{PRF}$ = Índice de Concordância Técnico Ambiental do Projeto de Restauração Florestal.

$i_{(TA)j}$ = Nota obtida pelo j-ésimo indicador técnico ambiental do projeto avaliado.

$I_{(TA)j}$ = Nota máxima do j-ésimo indicador técnico ambiental.

- b) Concordância dos indicadores com parâmetros técnicos e ambientais:

A avaliação do cumprimento de cada indicador dos Projetos de Restauração Florestal em relação aos parâmetros técnicos e ambientais foi estimada pelo Índice de Concordância Técnico Ambiental do Indicador, variando numericamente de 0 a 1, apresentado pela equação a seguir:

$$ICTA_I = \sum it_{(TA)j} / I_{(TA)j}$$

onde:

$ICTA_I$ = Índice de Concordância Técnico Ambiental do Indicador.

$it_{(TA)j}$ = Nota de cada item cumprido do j-ésimo indicador técnico ambiental do projeto avaliado.

$I_{(TA)j}$ = Nota máxima do j-ésimo indicador técnico ambiental.

Os valores apresentados pelos Projetos de Restauração Florestal, mediante avaliação dos indicadores legais e técnicos ambientais por meio da aplicação das equações já citadas, foram agrupados em cinco classes de concordância com a legislação e com os parâmetros técnicos e ambientais, de acordo com a seguinte classificação:

- 0,0 – 0,2: Concordância muito baixa.
- 0,2 – 0,4: Concordância baixa.
- 0,4 – 0,6: Concordância média.
- 0,6 – 0,8: Concordância alta.
- 0,8 – 1,0: Concordância muito alta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diagnóstico sobre a qualidade dos projetos de restauração florestal apresentados ao Núcleo Regional de Regularização Ambiental de São João del-Rei foi fundamentado na análise de 41 projetos protocolados nos anos de 2012, 2013, 2014 e 2015.

4.1 Concordância dos Projetos de Restauração Florestal com a Legislação

Na Tabela 4, constam os resultados quantitativos obtidos em relação à Concordância dos Projetos de Restauração Florestal avaliados, quando analisados de forma comparativa com o Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº 076/04 (MINAS GERAIS, 2004).

Tabela 4 – Quantidade e porcentagem de Projetos de Restauração Florestal distribuídos em classes de concordância do Índice de Concordância Legal.

	Classe de Concordância do ICL _{PRF}					
		0,0 – 0,2	0,2 – 0,4	0,4 – 0,6	0,6 – 0,8	0,8 – 1,0
		Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
PRF	Quant.	0	0	31	6	4
	%	0	0	75,61	14,63	9,76

Em que:

PRF Projeto de Restauração Florestal

ICL_{PRF} Índice de Concordância Legal do Projeto de Restauração Florestal

Quant. Quantidade de Projetos de Restauração Florestal

Fonte: autoria própria (2017).

Do total avaliado, 31 projetos (75,61%) apresentaram ICL na classe de concordância média quando comparados com os parâmetros definidos no Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº. 076/04 (MINAS GERAIS, 2004).

Ainda, conforme demonstrado nos resultados, 6 projetos (14,63%) apresentaram ICL na classe de concordância alta e apenas 4 projetos (9,76%) apresentaram ICL na classe de concordância muito alta, seguindo integralmente os parâmetros definidos no Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº 076/04 (MINAS GERAIS, 2004).

A análise dos resultados permitiu identificar que a maioria dos projetos avaliados (75,61%) apresentou média concordância, caracterizando falhas na elaboração, com inobservância de parâmetros definidos na legislação. Tal análise acusou o descumprimento parcial da norma vigente e demonstrou a qualidade mediana da maioria dos Projetos de Restauração Florestal elaborados na microrregião de São João del-Rei. Possivelmente, as pendências identificadas nos projetos poderão refletir na qualidade das ações de restauração.

4.2 Concordância dos Indicadores com a Legislação

Na Tabela 5, constam os resultados quantitativos obtidos em relação à Concordância de cada Indicador Legal dos Projetos de Restauração Florestal avaliados quando analisados de forma comparativa com o Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº 076/04 (MINAS GERAIS, 2004).

Tabela 5 – Quantidade e porcentagem de Projetos de Restauração Florestal distribuídos em classes de concordância do Índice de Concordância Legal do Indicador (continua).

Indicador	Classe de Concordância do ICL _i					
		0,0 – 0,2 Muito Baixa	0,2 – 0,4 Baixa	0,4 – 0,6 Média	0,6 – 0,8 Alta	0,8 – 1,0 Muito Alta
IL 1	Quant.	0	13	0	1	27
	%	0	31,71	0	2,44	65,85
IL 2	Quant.	3	5	33	0	0
	%	7,32	12,19	80,49	0	0
IL 3	Quant.	23	9	0	0	9
	%	56,10	21,95	0	0	21,95
IL 4	Quant.	25	7	0	0	9
	%	60,98	17,07	0	0	21,95
IL 5	Quant.	2	1	0	0	38
	%	4,88	2,44	0	0	92,68
IL 6	Quant.	1	0	1	0	39
	%	2,44	0	2,44	0	95,12
IL 7	Quant.	3	0	38	0	0
	%	7,32	0	92,68	0	0

Em que:

ICL_i Índice de Concordância Legal do Indicador

Quant. Quantidade de Projetos de Restauração Florestal

IL 1 Indicador Legal 1 (o projeto deve conter caracterização edáfica, hídrica e climática da área a ser restaurada)

IL 2 Indicador Legal 2 (o projeto deve conter inventário qualitativo da fauna e quali-quantitativo da flora)

IL 3 Indicador Legal 3 (o projeto deve identificar e avaliar os danos físicos - edáficos e hídricos - da área a ser restaurada)

IL 4 Indicador Legal 4 (o projeto deve identificar e avaliar os danos biológicos - fauna e flora - da área a ser restaurada)

Tabela 5 – Quantidade e porcentagem de Projetos de Restauração Florestal distribuídos em classes de concordância do Índice de Concordância Legal do Indicador (conclusão).

IL 5	Indicador Legal 5 (o projeto deve conter delimitação, com coordenadas geográficas, da área a ser restaurada)
IL 6	Indicador Legal 6 (o projeto deve apresentar o método de restauração a ser executado, assim como sua forma de implantação)
IL 7	Indicador Legal 7 (o projeto deve apresentar metodologia para avaliação de resultados)

Fonte: autoria própria (2017).

Em relação ao Indicador Legal 1 (IL 1), 13 projetos avaliados (31,71%) se enquadraram na classe de concordância baixa com o ICL do Indicador, um projeto (2,44%) apresentou concordância alta e 27 projetos avaliados (65,85%) se enquadraram na classe de concordância muito alta. Os resultados demonstraram que mais da metade dos Projetos de Restauração Florestal (65,85%) apresentaram caracterização edáfica, hídrica e climática da área a ser restaurada, cumprindo as determinações do Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº 076/04 (MINAS GERAIS, 2004). Em contrapartida, 13 projetos apresentaram de forma incompleta a caracterização do meio físico, caracterizando apenas uma das três variáveis (edáfica, hídrica ou climática).

Para o Indicador Legal 2 (IL 2), três projetos avaliados (7,32%) se enquadraram na classe de concordância muito baixa com o ICL do Indicador, cinco projetos (12,19%) apresentaram concordância baixa e 33 projetos avaliados (80,49%) se enquadraram na classe de concordância média. Os resultados demonstraram que todos os Projetos de Restauração Florestal deixaram de apresentar, ou apresentaram de forma parcial, inventário qualitativo da fauna e quali-quantitativo da flora, deixando de cumprir, parcial ou integralmente, as determinações do Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº 076/04 (MINAS GERAIS, 2004).

De acordo com Brancalion et al. (2015), qualquer projeto de restauração florestal pode ser resumido em três itens principais, sendo eles o diagnóstico, a definição e aplicação de métodos de restauração e o monitoramento. O diagnóstico assume importância decisiva justamente por constituir a base do processo de restauração sob a qual todas as atividades e intervenções subsequentes serão sustentadas. Caso ocorra algum erro nessa fase, certamente haverá problemas na recomendação de metodologias de restauração e, conseqüentemente, na aplicação de ações de restauração.

Um bom diagnóstico ambiental deve avaliar os aspectos bióticos, edáficos e hídricos, a fim de obter todas as informações necessárias para as definições técnicas que direcionarão o planejamento (BOTELHO et al., 2015).

Considerando os resultados obtidos para os indicadores IL 1 e IL 2, que estão relacionados ao diagnóstico da área a ser restaurada, com levantamento das características físicas e bióticas, a ocorrência de falhas no diagnóstico é maior com relação à caracterização da fauna e flora, tendo em vista que todos os Projetos de Restauração Florestal deixaram de apresentar ou apresentaram as informações necessárias de forma parcial. Segundo Botelho et al. (2015), no planejamento de projetos de restauração ecológica, é importante coletar informações ecológicas a respeito das principais espécies ocorrentes na área em que se pretende implantar. No caso de plantio, a escolha das espécies deve estar embasada em inventários e registros de ecossistemas florestais remanescentes da região, buscando garantir que as espécies escolhidas sejam adaptadas às peculiaridades da área que será recomposta.

Considerando o Indicador Legal 3 (IL 3), 23 projetos avaliados (56,10%) se enquadraram na classe de concordância muito baixa com o ICL do Indicador, nove projetos (21,95%) apresentaram concordância baixa e nove projetos avaliados (21,95%) se enquadraram na classe de concordância muito alta. Os resultados demonstraram que mais da metade (56,10%) dos Projetos de

Restauração Florestal deixaram de identificar e avaliar os danos físicos (edáficos e hídricos) da área a ser restaurada, deixando de cumprir as determinações do Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº 076/04 (MINAS GERAIS, 2004), enquanto que nove projetos apenas identificaram os danos físicos sem avaliá-los. Em contrapartida, nove projetos identificaram e avaliaram os danos físicos, cumprindo as determinações da legislação e contribuindo com os critérios de seleção dos métodos de restauração.

Em relação ao Indicador Legal 4 (IL 4), 25 projetos avaliados (60,98%) se enquadraram na classe de concordância muito baixa com o ICL do Indicador, sete projetos (17,07%) apresentaram concordância baixa e nove projetos avaliados (21,95%) se enquadraram na classe de concordância muito alta. Os resultados demonstraram que mais da metade (60,98%) dos Projetos de Restauração Florestal deixaram de identificar e avaliar os danos biológicos (fauna e flora) da área a ser restaurada, deixando de cumprir as determinações do Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº. 076/04 (MINAS GERAIS, 2004), enquanto que sete projetos apenas identificaram os danos biológicos sem avaliá-los. Em contrapartida, nove projetos identificaram e avaliaram os danos biológicos, cumprindo as determinações da legislação e contribuindo com os critérios de seleção dos métodos de restauração.

Uma vez definida a área a ser restaurada, é necessário fazer um exame minucioso dessa área e do seu entorno imediato para identificar as perturbações antrópicas que levaram à degradação daquele ecossistema, que deverá ser restaurado e/ou que possa estar mantendo o ecossistema em estado permanente de degradação, impedindo sua restauração passiva (BRANCALION et al., 2015). Portanto, de acordo com Pereira et al. (2015), um diagnóstico detalhado do sítio onde será realizado o processo de restauração é uma das bases para que sejam feitas escolhas adequadas dos métodos a serem utilizados.

Considerando os resultados obtidos para os indicadores IL 3 e IL 4, que estão relacionados ao diagnóstico da área, com identificação e avaliação dos danos físicos e biológicos, a ausência de diagnóstico foi observada em mais da metade dos Projetos de Restauração Florestal, deixando de contribuir com a seleção do método adequado, o que certamente acarretará no insucesso do processo de restauração.

Para o Indicador Legal 5 (IL 5), dois projetos avaliados (4,88%) se enquadraram na classe de concordância muito baixa com o ICL do Indicador, um projeto (2,44%) apresentou concordância baixa e 38 projetos avaliados (92,68%) se enquadraram na classe de concordância muito alta. Os resultados demonstraram que a maioria (92,68%) dos Projetos de Restauração Florestal delimitou, com coordenadas geográficas, a área a ser restaurada, cumprindo as determinações do Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº 076/04 (MINAS GERAIS, 2004), enquanto apenas dois projetos deixaram de realizar a delimitação.

O zoneamento ambiental das áreas naturais e antrópicas das propriedades tem como objetivo respaldar os projetos de restauração, no sentido de avaliar o potencial de resiliência e indicar a metodologia de restauração mais adequada para cada situação, inclusive considerando aspectos da paisagem regional (BOTELHO et al., 2015), e uma das etapas do zoneamento é justamente a delimitação, com coordenadas geográficas, da área a ser restaurada, etapa que foi cumprida pela maioria dos Projetos de Restauração Florestal analisados.

Em relação ao Indicador Legal 6 (IL 6), um projeto avaliado (2,44%) se enquadrou na classe de concordância muito baixa com o ICL do Indicador, um projeto (2,44%) apresentou concordância média e 39 projetos avaliados (95,12%) se enquadraram na classe de concordância muito alta. Os resultados demonstraram que quase totalidade (95,12%) dos Projetos de Restauração Florestal apresentou o método de restauração a ser executado, assim como sua

forma de implantação, cumprindo as determinações do Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº 076/04 (MINAS GERAIS, 2004), enquanto apenas um projeto deixou de cumprir integralmente a legislação, não informando o método e a forma de implantação das atividades de restauração.

Para Botelho et al. (2015), a escolha dos modelos de restauração deve ser baseada nas características do local, incluindo aspectos físicos e bióticos, na disponibilidade de recursos, tanto financeiros quanto insumos, além da “urgência da cobertura do solo”.

Além da indicação do método de restauração a ser executado, o Projeto de Restauração Florestal também deve orientar sobre sua forma de implantação, orientação que também foi apresentada por quase totalidade dos projetos analisados. Para a correta implantação e condução da restauração, é imprescindível ter conhecimento das metas estabelecidas. Segundo Durigan e Engel (2012), além das metas relativas ao desenvolvimento do ecossistema, aquelas referentes aos serviços ambientais que se esperam das áreas restauradas devem ser apresentadas e avaliadas no decorrer dos projetos.

Por último, considerando o Indicador Legal 7 (IL 7), três projetos avaliados (7,32%) se enquadraram na classe de concordância muito baixa com o ICL do Indicador e 38 projetos avaliados (92,68%) se enquadraram na classe de concordância média. Os resultados demonstraram que a grande maioria (92,68%) dos Projetos de Restauração Florestal apresentou metodologia para avaliação de resultados, porém sem prever e propor estratégias de correção na execução do projeto, cumprindo parcialmente as determinações do Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº 076/04 (MINAS GERAIS, 2004). Em contrapartida, três projetos deixaram de cumprir integralmente a legislação, não propondo metodologia para avaliação dos resultados da restauração.

Conforme Brancalion et al. (2015), a avaliação e o monitoramento são etapas fundamentais e decisivas de todo e qualquer projeto de restauração

ecológica embora não estejam sendo rotineiramente incorporadas à maioria dos projetos de restauração em andamento no Brasil. Além de permitir a identificação e correção de problemas no momento adequado, impedindo que áreas em processo de restauração entrem em declínio, o monitoramento é fundamental para a readequação dos métodos utilizados. A efetividade das ações de restauração florestal ainda está muito aquém do mínimo necessário para o estabelecimento de florestas sustentáveis no tempo que apresentem composições, estrutura e funcionamento minimamente similares aos ecossistemas de referência e que deem suporte à formação de ecossistemas ricos em espécies nativas e autoperpetuáveis no tempo. Portanto, a avaliação deve constar em todos os projetos.

A análise geral dos resultados, considerando os sete indicadores, demonstrou que as falhas na elaboração dos projetos são mais recorrentes na identificação e avaliação dos danos físicos e biológicos da área a ser restaurada (IL 3 e IL 4), onde mais da metade dos projetos deixaram de cumprir a legislação, interferindo negativamente nos critérios de seleção dos métodos de restauração. Em contrapartida, a maioria dos projetos cumpriu as normas legais no que se refere à delimitação, com coordenadas geográficas, da área a ser restaurada (IL 5) e apresentação do método e forma de implantação das atividades de restauração (IL 6).

4.3 Concordância dos Projetos de Restauração Florestal com Parâmetros Técnicos Ambientais

Na Tabela 6, constam os resultados quantitativos obtidos em relação à Concordância dos Projetos de Restauração Florestal avaliados quando analisados de forma comparativa com parâmetros técnicos e ambientais elaborados.

Tabela 6 – Quantidade e porcentagem de Projetos de Restauração Florestal distribuídos em classes de concordância do Índice de Concordância Técnico Ambiental.

	Classe de Concordância do ICTA _{PRF}					
		0,0 – 0,2	0,2 – 0,4	0,4 – 0,6	0,6 – 0,8	0,8 – 1,0
		Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
PRF	Quant.	39	2	0	0	0
	%	95,12	4,88	0	0	0

Em que:

PRF Projeto de Restauração Florestal

ICTA_{PRF} Índice de Concordância Técnico Ambiental do Projeto de Restauração Florestal

Quant. Quantidade de Projetos de Restauração Florestal

Fonte: autoria própria (2017).

Do total avaliado, 39 projetos (95,12%) apresentaram ICTA na classe de concordância muito baixa quando comparados aos parâmetros técnicos e ambientais elaborados. Ainda, conforme a análise dos dados, dois projetos (4,88%) apresentaram ICTA na classe de concordância baixa.

A análise dos resultados permitiu constatar que quase totalidade dos projetos avaliados (95,12%) apresentou concordância muito baixa, demonstrando graves falhas na elaboração, o que leva a caracterizar a ausência de conhecimento e/ou aplicação dos parâmetros técnicos e ambientais formulados com base na literatura científica disponível. Considerando ainda que os demais projetos (4,88%) apresentaram baixa concordância, tal resultado indicou a baixa qualidade dos Projetos de Restauração Florestal elaborados na microrregião de São João del-Rei no período de 2012 a 2015 quando analisados os parâmetros técnicos e ambientais. Além disso, demonstrou a necessidade de reformulação dos critérios utilizados pelos profissionais na elaboração dos projetos, os quais devem conter maior embasamento na literatura científica.

4.4 Concordância dos Indicadores com Parâmetros Técnicos Ambientais

Na Tabela 7, constam os resultados quantitativos obtidos em relação à Concordância de cada Indicador Técnico Ambiental dos Projetos de Restauração Florestal avaliados, quando analisados de forma comparativa com parâmetros técnicos e ambientais, formulados com base na literatura científica disponível.

Considerando o Indicador Técnico Ambiental 1 (ITA 1), os 41 projetos avaliados (100%) se enquadraram na classe de concordância baixa com o ICTA do Indicador. Os resultados demonstraram que todos os Projetos de Restauração Florestal analisados apresentaram descrição das metas de restauração, porém sem fundamentação técnica; ou seja, não correspondendo aos atributos de um ecossistema de referência.

Um dos principais problemas conceituais da restauração florestal no Brasil é justamente a não definição de metas claras e bem fundamentadas, ajustadas com as ações de campo. Uma vez que não se definem metas claras, como é possível avaliar e monitorar projetos de restauração ao longo de seu desenvolvimento? Assim, para que a avaliação e o monitoramento sejam empregados de forma adequada, é preciso inicialmente repensar a forma de planejar a restauração. Nessa reflexão, é necessário estabelecer objetivos claros e metas bem definidas, que deverão ser atingidos em diferentes momentos do processo de restauração, a fim de que se possa obter um conjunto de resultados interpretados com sucesso (BRANCALION et al., 2015).

Tabela 7 – Quantidade e porcentagem de Projetos de Restauração Florestal distribuídos em classes de concordância do Índice de Concordância Técnico Ambiental do Indicador (continua).

Indicador	Classe de Concordância do ICTA _I					
		0,0 – 0,2 Muito Baixa	0,2 – 0,4 Baixa	0,4 – 0,6 Média	0,6 – 0,8 Alta	0,8 – 1,0 Muito Alta
ITA 1	Quant.	0	41	0	0	0
	%	0	100	0	0	0
ITA 2	Quant.	41	0	0	0	0
	%	100	0	0	0	0
ITA 3	Quant.	40	0	1	0	0
	%	97,56	0	2,44	0	0
ITA 4	Quant.	0	0	41	0	0
	%	0	0	100	0	0
ITA 5	Quant.	1	40	0	0	0
	%	2,44	97,56	0	0	0
ITA 6	Quant.	41	0	0	0	0
	%	100	0	0	0	0
ITA 7	Quant.	41	0	0	0	0
	%	100	0	0	0	0
ITA 8	Quant.	3	38	0	0	0
	%	7,32	92,68	0	0	0
ITA 9	Quant.	40	0	0	0	1
	%	97,56	0	0	0	2,44
ITA 10	Quant.	1	40	0	0	0
	%	2,44	97,56	0	0	0

Em que:

ICTA_I Índice de Concordância Técnico Ambiental do Indicador

Quant. Quantidade de Projetos de Restauração Florestal

Tabela 7 – Quantidade e porcentagem de Projetos de Restauração Florestal distribuídos em classes de concordância do Índice de Concordância Técnico Ambiental do Indicador (conclusão).

ITA 1	Indicador Técnico Ambiental 1 (o projeto deve apresentar descrição das metas de restauração)
ITA 2	Indicador Técnico Ambiental 2 (o projeto deve conter indicação de um ecossistema de referência)
ITA 3	Indicador Técnico Ambiental 3 (o projeto deve descrever a metodologia utilizada para levantamento dos dados referentes ao meio biótico e abiótico)
ITA 4	Indicador Técnico Ambiental 4 (o projeto deve apresentar a caracterização do uso do solo e identificar os filtros/barreiras ecológicas presentes na área a ser restaurada)
ITA 5	Indicador Técnico Ambiental 5 (o projeto deve apresentar estrutura lógica clara quanto à necessidade e fundamentar a escolha do método de restauração)
ITA 6	Indicador Técnico Ambiental 6 (o projeto deve apresentar lista das espécies ameaçadas de extinção, de ocorrência na região da área a ser restaurada, e propor estratégias específicas para conservação destas espécies)
ITA 7	Indicador Técnico Ambiental 7 (o projeto deve quantificar e descrever os materiais a serem utilizados na restauração)
ITA 8	Indicador Técnico Ambiental 8 (o projeto deve indicar e descrever as estratégias de monitoramento e avaliação da execução das medidas propostas)
ITA 9	Indicador Técnico Ambiental 9 (o projeto deve apresentar estratégias em longo prazo para proteção e manutenção do ecossistema restaurado)
ITA 10	Indicador Técnico Ambiental 10 (o projeto deve apresentar cronograma de execução e previsão de orçamento)

Fonte: autoria própria (2017).

A indicação do ecossistema de referência é importante para fundamentar a definição das metas do projeto de restauração, pois, segundo Brancalion et al. (2015), os ecossistemas de referência, se adequadamente escolhidos e definidos como tal, constituem laboratórios a céu aberto para que se entenda a estrutura, composição, funcionamento e fatores condicionantes dos ecossistemas a serem restaurados. Essas informações são o ponto de partida para que se defina aonde se quer chegar com as intervenções de recuperação de ecossistemas degradados,

perturbados ou destruídos e quais os caminhos e estratégias serão adotados para alcançar o objetivo.

Em relação ao Indicador Técnico Ambiental 2 (ITA 2), os 41 projetos avaliados (100%) se enquadraram na classe de concordância muito baixa com o ICTA do Indicador, demonstrando que 100% dos Projetos de Restauração Florestal avaliados não apontaram um ecossistema de referência.

A escolha e a caracterização do ecossistema de referência são fundamentais para orientar as ações de restauração ecológica. Com base no ecossistema de referência é que se definem alguns atributos necessários para que determinada área seja considerada como restaurada (BRANCALION et al., 2010). Porém, conforme o resultado das análises, nenhum dos Projetos de Restauração Florestal definiu um ecossistema de referência.

Considerando a importância da definição do ecossistema de referência, Brancalion et al. (2015) ressaltam que este deve apresentar características ecológicas semelhantes ao ecossistema em processo de restauração, principalmente relacionadas com o tipo fitogeográfico, o tamanho, a forma, a posição no relevo, o histórico de degradação e a matriz circundante entre outros.

Para o Indicador Técnico Ambiental 3 (ITA 3), 40 projetos avaliados (97,56%) se enquadraram na classe de concordância muito baixa com o ICTA do Indicador e apenas um projeto avaliado (2,44%) se enquadrou na classe de concordância média. Os resultados demonstraram que quase totalidade (97,56%) dos Projetos de Restauração Florestal não descreveu a metodologia utilizada para levantamento dos dados referentes ao meio biótico e abiótico, enquanto apenas um projeto descreveu a metodologia, mas sem detalhamento dos materiais e métodos utilizados.

Como parte integrante de um bom diagnóstico da área a ser restaurada e de seu entorno, está a descrição da metodologia utilizada para levantamento dos dados, mediante a qual se comprovam a qualidade e a confiabilidade das

informações que fundamentaram (ou deveriam fundamentar) a escolha do método de restauração mais adequado. E, nesse contexto, quase totalidade dos Projetos de Restauração Florestal deixou de cumprir as orientações contidas na literatura científica, não apresentando detalhes metodológicos utilizados na etapa de diagnóstico.

Considerando o Indicador Técnico Ambiental 4 (ITA 4), os 41 projetos avaliados (100%) se enquadraram na classe de concordância média com o ICTA do Indicador. Isto é, todos os Projetos de Restauração Florestal apresentaram caracterização do uso do solo, porém nenhum identificou os filtros/barreiras ecológicas presentes na área a ser restaurada, deixando de observar as orientações contidas na literatura científica.

Cada forma de uso do solo possui particularidades que podem refletir diretamente em diferentes níveis de redução da resiliência dos ecossistemas (BRANCALION et al., 2015); daí, a importância de sua caracterização na área a ser restaurada.

Juntamente com a caracterização do uso do solo, também devem ser identificados os filtros/barreiras ecológicas que possam dificultar ou impedir o processo de restauração. Conforme Brancalion et al. (2015), entre os filtros bióticos, destaca-se o papel de gramíneas exóticas invasoras e espécies arbóreas exóticas, que podem formar densos povoamentos em áreas degradadas e inibir o estabelecimento de uma comunidade vegetal nativa. Outro filtro biótico que pode inibir a regeneração natural de espécies nativas é a presença abundante de formigas cortadeiras, com destaque para as saúvas. Adicionalmente, existem ainda diversas limitações abióticas, principalmente relacionadas à degradação do solo, que podem impedir o estabelecimento de plântulas de espécies nativas. Ainda, segundo Pereira et al. (2015), a distância entre a área a ser restaurada e os fragmentos remanescentes, que servirão como fonte de propágulos, deve ser

considerada como um fator limitante na chegada de sementes e estabelecimento da vegetação nas novas áreas em restauração.

Gramíneas africanas têm sido o principal obstáculo ao estabelecimento das espécies vegetais nativas nas áreas em restauração em praticamente todo o Brasil, inviabilizando técnica e economicamente os projetos (DURIGAN; ENGEL, 2012). Botelho et al. (2015) afirmam que essas gramíneas podem causar efeitos negativos no estabelecimento e desenvolvimento das espécies nativas. Ao formarem densa camada de biomassa, reduzem a luminosidade na superfície do solo, podendo impedir os processos de germinação e o recrutamento de espécies nativas presentes no banco de sementes.

Conforme observado no resultado obtido para o indicador ITA 4, mesmo considerando a importância de identificação dos filtros/barreiras ecológicas, nenhum dos Projetos de Restauração Florestal promoveu tal identificação, o que pode prejudicar o cumprimento das metas de restauração.

Para o Indicador Técnico Ambiental 5 (ITA 5), um projeto (2,44%) se enquadrou na classe de concordância muito baixa com o ICTA do Indicador e 40 projetos avaliados (97,56%) se enquadraram na classe de concordância baixa. Os resultados demonstraram que quase totalidade (97,56%) dos Projetos de Restauração Florestal apresentou estrutura lógica clara quanto à necessidade de restauração, porém sem fundamentação técnica e científica, não baseado em um diagnóstico apropriado do local. Do total de 41 avaliados, um projeto ainda deixou de justificar a necessidade e o método de restauração escolhido.

A importância do diagnóstico é demonstrada por Brancalion et al. (2015), que argumentam que o diagnóstico de uma propriedade rural ou de uma unidade da paisagem constitui a base de sustentação de todo e qualquer trabalho de restauração florestal. Somente por meio do conhecimento dos potenciais de autocorreção e das limitações de restauração de cada área é que se pode recomendar de forma segura um conjunto de métodos específicos de restauração

para cada situação, visando a superar os eventuais filtros ecológicos que impedem e/ou dificultam o avanço da sucessão secundária nessas áreas degradadas.

O diagnóstico apropriado do local a ser restaurado, bem como do entorno imediato, proporciona fundamentação para a escolha adequada do método de restauração. Segundo Martins et al. (2012), o sucesso de um projeto de restauração ecológica de um ecossistema degradado pode ser mais fácil e rapidamente alcançado quando este considera não apenas a área em que ele está inserido, mas seu entorno e a paisagem como um todo, as diferentes formas de vida que compõem a biodiversidade e as variadas técnicas de restauração aplicáveis para situações distintas de degradação.

Em relação ao Indicador Técnico Ambiental 6 (ITA 6), os 41 projetos avaliados (100%) se enquadraram na classe de concordância muito baixa com o ICTA do Indicador. Ou seja, nenhum dos Projetos de Restauração Florestal avaliados apresentou lista das espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção, de ocorrência na região da área a ser restaurada, não propondo estratégias específicas para conservação dessas espécies.

O processo de fragmentação florestal que se intensifica nos tempos recentes tem resultado na formação de paisagens com pouca diversidade de hábitat, com fragmentos isolados e de dimensões reduzidas (CALEGARI et al., 2010). Nesse contexto, intensifica-se a vulnerabilidade das espécies ameaçadas de extinção e ganha importância o conhecimento dessas espécies e a proposição de estratégias específicas para conservação delas, situação que não foi abordada por nenhum dos Projetos de Restauração Florestal avaliados.

A avaliação da paisagem torna-se então importante para diagnosticar os problemas atuais, estimar influências futuras e apontar as mudanças necessárias para manter o equilíbrio natural (CALEGARI et al., 2010), em especial as

características da paisagem que interferem ou podem vir a interferir na recuperação das espécies ameaçadas de extinção.

Considerando o Indicador Técnico Ambiental 7 (ITA 7), os 41 projetos avaliados (100%) se enquadraram na classe de concordância muito baixa com o ICTA do Indicador, demonstrando que 100% dos Projetos de Restauração Florestal avaliados não quantificaram e nem descreveram os materiais a serem utilizados na restauração.

O controle ineficiente de gramíneas invasivas e formigas cortadeiras, déficit de água na estação seca, a baixa sobrevivência e o crescimento lento de mudas inadequadas estão entre as possíveis explicações para projetos mal sucedidos (CHAVES et al., 2015). Já a ausência de quantificação e descrição dos materiais a serem utilizados é uma das causas possíveis para esses erros cometidos na implantação e condução dos projetos de restauração florestal.

Para o Indicador Técnico Ambiental 8 (ITA 8), três projetos (7,32%) se enquadraram na classe de concordância muito baixa com o ICTA do Indicador e 38 projetos avaliados (92,68%) se enquadraram na classe de concordância baixa. Os resultados demonstraram que a maioria (92,68%) dos Projetos de Restauração Florestal apenas apontou estratégias de monitoramento e avaliação da execução das medidas propostas sem descrever como essas estratégias serão desenvolvidas no decorrer do acompanhamento da restauração. Do total de 41 avaliados, três projetos ainda deixaram de indicar estratégias de monitoramento e avaliação.

O monitoramento das comunidades que se formam em áreas recuperadas é uma atividade muito importante, devendo ser efetuada tanto para permitir a correção de eventuais problemas quanto para a criação de uma base de dados, que permitam avaliar e refinar as estratégias prescritas para a restauração de áreas degradadas (FERREIRA et al., 2010). Esse monitoramento, previsto durante o planejamento, deverá fornecer informações, por meio dos parâmetros e

indicadores adequados, que permitem avaliar se o desenvolvimento do ecossistema está seguindo uma trajetória que levará à sua restauração (BOTELHO et al., 2015). Nesse contexto, além de sugerir o monitoramento, os Projetos de Restauração Florestal devem esclarecer como o processo de avaliação dos resultados será desenvolvido, orientação que deixou de ser apresentada por todos os projetos analisados.

Em relação ao Indicador Técnico Ambiental 9 (ITA 9), 40 projetos avaliados (97,56%) se enquadraram na classe de concordância muito baixa com o ICTA do Indicador e apenas um projeto avaliado (2,44%) se enquadrou na classe de concordância muito alta. Os resultados demonstraram que a quase totalidade (97,56%) dos Projetos de Restauração Florestal não apresentou estratégias em longo prazo para proteção e manutenção do ecossistema restaurado, deixando de observar as orientações contidas na literatura científica. Em contrapartida, apenas um projeto descreveu as estratégias em longo prazo para proteção e manutenção, detalhando as estratégias de acordo com o provável fator de degradação.

A previsão de distúrbios futuros, bem como a indicação de estratégias para proteção e manutenção das áreas restauradas perante esses fatores de degradação, são fundamentais para o sucesso da restauração. Segundo Morel et al. (2016), ao longo da sucessão, os processos ecológicos em florestas secundárias são fortemente influenciados por fatores de distúrbio, como frequência de queimadas, pastejo e outros fatores antrópicos. Nesse processo, a velocidade de regeneração, muitas vezes, é determinada pela intensidade dos distúrbios, atuando sobre a diversidade e a estrutura da comunidade vegetal.

Na perspectiva de Gonzalez et al. (2014), prevendo resultados futuros de restauração, dados de monitoramento em tempo devido permitem uma avaliação rápida da necessidade de obras adicionais para corrigir trajetórias indesejadas.

Por último, considerando o Indicador Técnico Ambiental 10 (ITA 10), um projeto (2,44%) se enquadrou na classe de concordância muito baixa com o ICTA do Indicador e 40 projetos avaliados (97,56%) se enquadraram na classe de concordância baixa. Os resultados demonstraram que a quase totalidade (97,56%) dos Projetos de Restauração Florestal apresentou cronograma de execução, mas sem elaborar previsão de orçamento para execução das medidas de restauração. Ainda, do total de 41 avaliados, um projeto deixou de apresentar tanto cronograma quanto previsão de orçamento.

Na restauração de ecossistemas, vários critérios devem ser considerados no planejamento, como os objetivos do projeto, as características do sítio, o custo de implantação e manutenção e, principalmente, o poder aquisitivo e o grau de envolvimento do proprietário. O projeto deverá prever todas as orientações técnicas e a projeção dos recursos financeiros necessários. Com um bom projeto técnico, será possível planejar a execução e os recursos financeiros para que o projeto não tenha dificuldades de ser executado (BOTELHO et al., 2015).

Conforme demonstrado, a quase totalidade dos projetos apresentou cronograma de execução das medidas de restauração, porém a totalidade deles deixou de apresentar o orçamento necessário para cumprimento das metas estabelecidas, prejudicando a programação financeira por parte dos executores dos projetos. De acordo com Orsi et al. (2011), uma questão urgente na conservação da natureza é onde agir primeiro. Isso está relacionado, principalmente, a preocupações financeiras. Os recursos são limitados; portanto, os esforços de conservação devem se concentrar em áreas onde as intervenções irão produzir os maiores benefícios.

A análise geral dos resultados, considerando os dez indicadores, demonstrou que, com exceção do Índice Técnico Ambiental 4 (ITA 4), a totalidade ou quase totalidade dos Projetos de Restauração Florestal

apresentaram baixa ou muito baixa concordância do Índice de Concordância Técnico Ambiental do Indicador (ICTA_I). Tal análise constatou a grave inobservância de parâmetros técnicos e ambientais presentes na literatura científica por parte dos responsáveis pela elaboração, o que compromete a qualidade dos projetos de restauração florestal e interfere negativamente nos critérios de seleção e acompanhamento da execução das medidas de restauração. Considerando o ITA 4, que apresentou o melhor resultado em relação à concordância do Índice de Concordância Técnico Ambiental do Indicador, também foram observadas falhas graves, visto que 100% dos projetos não identificaram os filtros/barreiras ecológicos presentes na área a ser restaurada, não considerando as orientações contidas na literatura científica, podendo comprometer os resultados da restauração.

A análise comparativa da concordância dos projetos em relação aos dois grupos de indicadores da pesquisa demonstrou uma diferença na classificação. O diagnóstico apontou maior qualidade dos projetos quando analisados os parâmetros legais, em que 75,61% apresentaram média concordância com a legislação, demonstrando que os parâmetros definidos com base na legislação foram parcialmente cumpridos, enquanto 95,12% dos projetos apresentaram concordância muito baixa com os parâmetros técnicos ambientais, caracterizando o descumprimento integral dos parâmetros formulados com base na literatura científica. A análise sugere que a inclusão de novos parâmetros na legislação, fundamentados na literatura científica disponível, pode garantir um maior embasamento técnico-científico por parte dos profissionais responsáveis pela elaboração dos projetos de restauração florestal.

O aperfeiçoamento da legislação que rege o uso, a conservação e a recuperação de ecossistemas nativos é fundamental, em especial para as propriedades rurais, conforme argumentam Brancalion et al. (2016), uma vez

que essas propriedades ocupam cerca de 80% do território brasileiro e abrigam mais da metade da área de vegetação nativa remanescente no País.

Aliado ao cumprimento integral das normas legais, tal cenário de inclusão de novos parâmetros técnico-científicos na legislação pode refletir positivamente na qualidade das ações de restauração.

5 CONCLUSÃO

A maioria dos Projetos de Restauração Florestal apresentou média concordância com a legislação, caracterizando o descumprimento parcial da norma vigente, com inobservância de parâmetros definidos no Anexo I da Deliberação Normativa do COPAM nº 076/04. As falhas na elaboração dos projetos foram mais recorrentes na identificação e avaliação dos danos físicos e biológicos da área a ser restaurada, interferindo negativamente nos critérios de seleção dos métodos de restauração.

A quase totalidade dos Projetos de Restauração Florestal apresentou concordância muito baixa com os parâmetros técnicos e ambientais, caracterizando a ausência de conhecimento e/ou aplicação dos parâmetros formulados com base na literatura científica por parte dos profissionais responsáveis pela elaboração dos projetos. Mesmo para o indicador que apresentou o melhor resultado, também foram observadas falhas graves, visto que todos os projetos deixaram de identificar os filtros/barreiras ecológicas presentes na área a ser restaurada, não considerando as orientações contidas na literatura científica, podendo comprometer os resultados da restauração.

A análise geral dos resultados demonstrou a necessidade de reformulação dos critérios utilizados pelos profissionais na elaboração dos projetos, os quais devem cumprir integralmente as determinações contidas na legislação ambiental vigente e apresentar projetos de restauração florestal com maior embasamento científico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA-NETO, M. et al. Invasive grasses and native Asteraceae in the Brazilian Cerrado. **Plant Ecology**, v. 209, n. 1, p. 109-122, July 2010.
- ALVARENGA, A. P. et al. Avaliação da regeneração natural na recomposição de matas ciliares em nascentes na região sul de Minas Gerais. **Cerne**, v. 12, n. 4, p. 360-372, Oct./Dec. 2006.
- BARREIRA, S. et al. Estudo da estrutura da regeneração natural e da vegetação adulta de um cerrado sensu stricto para fins de manejo florestal. **Scientia Forestalis**, n. 61, p. 64-78, June 2002.
- BORGES, L. A. C. et al. Regularização ambiental de propriedades rurais no Estado de Minas Gerais. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (Ed.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2015. Cap. 15.
- BOTELHO, S. A. et al. Restauração de matas ciliares. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (Ed.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2015. Cap. 9.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Legal instruments can enhance high-diversity tropical forest restoration. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, v. 34, n. 3, p. 455-470, May/June 2010.
- BRANCALION, P. H. S. et al. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, v. 14, p. 1-16, 2016.
- BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- BRANCALION, P. H. S.; HOLL, K. D. Functional composition trajectory: a resolution to the debate between Suganuma, Durigan, and Reid. **Restoration Ecology**, v. 24, n. 1, p. 1-3, Jan. 2016.
- CALEGARI, L. et al. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

CALEGARI, L. et al. Evaluation of soil seeds bank for forest restoration in Carandaí, MG. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 871-880, Sept./Oct. 2013.

CHAVES, R. B. et al. On the need of legal frameworks for assessing restoration projects success: new perspectives from São Paulo state (Brazil). **Restoration Ecology**, v. 23, n. 6, p. 754-759, Nov. 2015.

CHEUNG, K. C.; LIEBSCH, D.; MARQUES, M. C. M. Forest Recovery in Newly Abandoned Pastures in Southern Brazil: Implications for the Atlantic Rain Forest Resilience. **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 66-70, July 2010.

COUTO JUNIOR, A. F. et al. Denoising and characterization of cerrado physiognomies using modis times series. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 699-705, May/June 2011.

DARONCO, C.; GALVÃO DE MELO, A. C.; DURIGAN, G. Restored versus reference ecosystem: case study of plant community at a riparian forest in the Cerrado region, Assis, Sao Paulo State, Brazil. **Hoehnea**, v. 40, n. 3, p. 485-498, Sept. 2013.

DE LANGE, H. J. et al. Ecological vulnerability in risk assessment - A review and perspectives. **Science of the Total Environment**, v. 408, n. 18, p. 3871-3879, Aug. 15, 2010.

DINIZ, A. M. A.; BATELLA, W. B. O Estado de Minas Gerais e suas regiões: um resgate histórico das principais propostas oficiais de regionalização. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 33, p. 59-77, dez. 2005.

DURIGAN, G.; ENGEL, V. L. Restauração de ecossistemas no Brasil: onde estamos e para onde podemos ir? In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 1. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. Cap. 2.

DURIGAN, G.; SUGANUMA, M. S. Why species composition is not a good indicator to assess restoration success? Counter-response to Reid (2015). **Restoration Ecology**, v. 23, n. 5, p. 521-523, Sept. 2015.

FERREIRA, R. A.; SANTOS JÚNIOR, N. A.; DAVIDE, A. C. Semeadura direta para fins de restauração ecológica. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (Ed.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2015. Cap. 10.

FERREIRA, W. C. et al. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, v. 34, n. 4, p. 651-660, July/Aug. 2010.

FREITAS, E. M. de. **Avaliação da qualidade de estudos ambientais de pequenas centrais hidrelétricas na bacia hidrográfica do Rio Grande, em Minas Gerais**. 2014. 142 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. The assessment of the environmental impact of agriculture-animal husbandry integration: Environmental conservation aspect in “Cerrado”. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1202-1209, Nov. 2010.

GONZALEZ, E. et al. Combining indicator species and key environmental and management factors to predict restoration success of degraded ecosystems. **Ecological Indicators**, v. 46, p. 156-166, Nov. 2014.

JOSÉ, A. C.; GARCIA, P. O. Estudo do banco de sementes nos processos de restauração ecológica. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (Ed.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2015. Cap. 7.

KETTLE, C. J. Seeding ecological restoration of tropical forests: Priority setting under REDD+. **Biological Conservation**, v. 154, p. 34-41, Oct. 2012.

LIMA, P. A. F. et al. Eficiência de regenerantes como indicador de restauração ecológica no Cerrado, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 437-446, 2016.

MANDRE, M.; KIVISTE, A.; KOESTER, K. Environmental stress and forest ecosystem Preface. **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 2, p. 53-55, July 15, 2011.

MARTINS, S. V. et al. Seed bank as indicator of restoration of a kaolin mining - degraded area in Bras Pires, MG. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p. 1081-1088, Nov./Dec. 2008.

MARTINS, S. V.; MIRANDA NETO, A.; RIBEIRO, T. M. Uma abordagem sobre diversidade e técnicas de restauração ecológica. In: MARTINS, S. V. (Ed.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 1. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. Cap. 1.

MARTINS, T. P.; RANIERI, V. E. L. Agroforestry as an alternative to legal reserves. Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 79-96, 2014.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa nº 76, de 25 de outubro de 2004**. Dispõe sobre a interferência em áreas consideradas de Preservação Permanente, e dá outras providências. Belo Horizonte, 2004. Disponível em: <www.siam.mg.gov.br>. Acesso em: 13 jun. 2016.

MINAS GERAIS. **Decreto Estadual nº 45.968/2012**: Altera o Decreto nº 44.667, de 3 de dezembro de 2007, que dispõe sobre a reorganização do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM – de que trata a Lei Delegada nº 178, de 29 de janeiro de 2007, e o Decreto nº 45.824, de 20 de dezembro de 2011, que dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 23/05/2012. Disponível em: <www.siam.mg.gov.br>. Acesso em: 10 jun. 2016.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <www.zee.mg.gov.br>. Acesso em: 26 jun. 2016.

MONTOYA, D.; ROGERS, L.; MEMMOTT, J. Emerging perspectives in the restoration of biodiversity-based ecosystem services. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 27, n. 12, p. 666-672, Dec. 2012.

MORAES, L. F. D. et al. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 437-451, jun. 2010.

MOREL, J. D. et al. Diferenciação da vegetação arbórea de três setores de um remanescente florestal relacionada ao seu histórico de perturbações. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 81-93, jan./mar. 2016.

OLIVEIRA, R. E.; ENGEL, V. L. A restauração ecológica em destaque: um retrato dos últimos vinte e oito anos de publicações na área. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 303-315, jun. 2011.

ORSI, F.; GENELETTI, D.; NEWTON, A. C. Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: An expert panel-based approach. **Ecological Indicators**, v. 11, n. 2, p. 337-347, Mar. 2011.

PEREIRA, I. M.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Restauração de ecossistemas: bases ecológicas e silviculturais. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO,

- S. A. (Ed.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais**: 25 anos de experiência em matas ciliares. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2015. Cap. 8.
- PINHEIRO, E. D.; DURIGAN, G. Floristic and structural differences among cerrado phytophysionomies in Assis, SP, Brazil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 1, p. 181-193, Jan./Feb. 2012.
- REIS, D. N.; DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Indicadores de recuperação de áreas degradadas: conceitos e perspectivas. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (Ed.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais**: 25 anos de experiência em matas ciliares. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2015. Cap. 14.
- REZENDE, C. L. et al. Atlantic Forest spontaneous regeneration at landscape scale. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 9, p. 2255-2272, Sept. 2015.
- RIBEIRO, S. C. et al. Natural regeneration of deforested areas dominated by *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn located in the Serra da Mantiqueira Mountain Range. **Cerne**, v. 19, n. 1, p. 65-76, Jan./Mar. 2013.
- RODRIGUES, B. D.; MARTINS, S. V.; LEITE, H. G. Evaluation of the litter and soil seed bank transposition as a forest restoration of degraded areas methodology. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 65-73, Jan./Feb. 2010.
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Ed.). **Pacto pela restauração da mata atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ, 2009.
- ROTTA, L. C. M.; VIANI, R. A. G.; ROSÁRIO, V. A. C. Mudanças nas leis florestais e o impacto na restauração florestal e conectividade na paisagem. **Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 12-19, 2016.
- RUIZ-JAEN, M. C.; AIDE, T. M. Restoration success: How is it being measured? **Restoration Ecology**, v. 13, n. 3, p. 569-577, Sept. 2005.
- SANO, E. E. et al. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 166, n. 1-4, p. 113-124, July 2010.
- SANTOS, P. F. dos. **Avaliação do licenciamento ambiental em Minas Gerais e do seu papel no desenvolvimento sustentável**. 2015. 199 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias e Inovações Ambientais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SCOLFORO, J. R. S. (Coord.). **Mapeamento da Flora Nativa e dos Reflorestamentos do Estado de Minas Gerais**. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2005.

SETTE, I. M. S.; ZANZINI, A. C. da S. Frugivoria e dispersão de sementes pela avifauna como base para a restauração ecológica de ambientes degradados na Mata Atlântica e no Cerrado. In: DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. (Ed.). **Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais: 25 anos de experiência em matas ciliares**. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2015. Cap. 6.

SILVA, J. F. et al. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 33, n. 3, p. 536-548, Mar. 2006.

SILVA, K. D. A. et al. Direct sowing with transposition of litter as methodology of ecological restoration. **Revista Árvore**, v. 39, n. 5, p. 811-820, Sept./Oct. 2015.

SILVESTRINI, M. et al. Natural regeneration in abandoned fields following intensive agricultural land use in an atlantic forest island, Brazil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 659-671, July/Aug. 2012.

SOBANSKI, N.; MARQUES, M. C. M. Effects of soil characteristics and exotic grass cover on the forest restoration of the Atlantic Forest region. **Journal for Nature Conservation**, v. 22, n. 3, p. 217-222, June 2014.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION (SER) INTERNATIONAL. Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. 2004. **Princípios da SER International sobre a restauração ecológica**. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.

SOUZA, L. M. et al. Potential of natural regeneration as a method of restoration of degraded land surrounding water springs. **Cerne**, v. 18, n. 4, p. 565-576, Oct./Dec. 2012.

SUGANUMA, M. S. et al. Reference ecosystems for riparian forest restoration: are there any patterns of biodiversity, forest structure and functional traits? **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 835-847, Sept./Oct. 2013.

TAMBOSI, L. R. et al. A Framework to Optimize Biodiversity Restoration Efforts Based on Habitat Amount and Landscape Connectivity. **Restoration Ecology**, v. 22, n. 2, p. 169-177, Mar. 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. Biblioteca Universitária. **Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos: TCCs, monografias,**

dissertações e teses. 2. ed. rev., atual. e ampl. Lavras, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11017>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

VASCONCELOS, M. F. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n.2, p. 241-246, abr./jun. 2011.

ZANZINI, A. C. da S. **Avaliação comparativa da abordagem do meio biótico em estudos de impacto ambiental no Estado de Minas Gerais**. 2001. 225 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

ZULIANI, D. Q. **Elementos-traço em águas, sedimentos e solos da Bacia do Rio das Mortes, Minas Gerais**. 2006. 168 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

ZWIENER, V. P. et al. Disentangling the effects of facilitation on restoration of the Atlantic Forest. **Basic and Applied Ecology**, v. 15, n. 1, p. 34-41, Jan. 2014.