

## MEIO BIÓTICO ASSOCIADO À ÁREAS DE MATA CILIAR EM PROCESSO DE RECUPERAÇÃO NA BACIA CARBONÍFERA CATARINENSE E FATORES QUE INFLUENCIAM NO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO

Ricardo VICENTE<sup>1</sup>; Edilane ROCHA-NICOLEITE<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>Centro tecnológico SATC – CTCL, [ricardo.vicente@satc.edu.br](mailto:ricardo.vicente@satc.edu.br)

<sup>2</sup>Centro tecnológico SATC – CTCL, [edilane.rocha@satc.edu.br](mailto:edilane.rocha@satc.edu.br)

### RESUMO

A recuperação de passivos ambientais da atividade carbonífera é de suma importância para a reestruturação de ambientes degradados, onde as Áreas de Preservação Permanente (APPs) contribuem para a estabilização de margens de rios e lagoas e criam corredores ecológicos. Áreas em processo de recuperação após mineração de carvão no sul de Santa Catarina, muitas vezes são designadas a algum uso econômico, restando apenas áreas de APP para conservação as quais são aplicados conceitos de restauração ecológica. Com isso, o presente trabalho objetivou mapear e quantificar as apps, registrar a biota associada e identificar os principais fatores que interferem em sua recuperação. Verificou-se que, dos 6.503 hectares sob influência de mineração, 3.722 ha já possuem projetos de recuperação de área degradada (PRADs), sendo que destes 1.141 ha estão em fase de monitoramento de indicadores físicos e bióticos. Foram verificados 94,66 ha de áreas de APP de margem de rios que estão localizadas em oito municípios. Em termos de avaliação da flora, foram registradas 98 espécies em regeneração natural e 46 espécies de mudas de árvores introduzidas. E, quanto a fauna verificou-se que a avifauna foi o grupo que apresentou maior número de espécies nos ambientes terrestres e nos ambientes aquáticos registrou-se a recolonização de 11 espécies de peixes. A evolução dos atributos biológicos é bastante dinâmica e pode sofrer influência de diversos fatores, como por exemplo, as técnicas de recuperação aplicadas e a interferência da população de entorno. Entre as principais causas de interferências negativas, observou-se atividades como o desmatamento, queimada, caça e o uso agropastoril. Estas atividades geram pelo menos 14 consequências que quebram interações entre o meio físico e biótico com consequente queda na evolução da biota associada e perda de biodiversidade em estabelecimento.

**Palavras-chave:** mineração de carvão; restauração ecológica; recolonização do meio biótico; fatores de degradação.

### ABSTRACT

The recovery of environmental liabilities from coal mining is highly important for the restructuring of degraded environments, where the applications contribute to the stabilization of riverbanks, lagoons and create ecological corridors. It is known that many areas in the process of recovery have use aimed at economic activities beyond the applications conservation use. The present work aimed to map and quantify the applications, to register the associated biota and to identify the main factors that interfere in its recovery. Of the 6503 ha under mining influence it was verified that 3,722 ha already have Prads and 1,141 ha are in monitoring of the physical and biotic attributes where of this amount 94.66 ha are APPs that are located in eight municipalities. A total of 98 plant species with natural regeneration and 46 introduced species were identified and it was verified that the avifauna was the group that presented the greatest number of species and in the aquatic environments, the recolonization of 11 species of fish was recorded. The evolution of the attributes can be influenced by both the applied recovery techniques and the surrounding population, where several activities such as deforestation, burning, hunting and use for agropastoril were observed, where these factors generate at least 14 consequences that break interactions between The physical and biotic means with consequent drop in the evolution of attributes and loss of biodiversity already established.

**Keywords:** *Permanent preservation areas, Recovery of degraded area, Riparian forest.*

### 1 INTRODUÇÃO

As atividades relacionadas à extração e beneficiamento do carvão mineral na bacia carbonífera do estado de Santa Catarina geraram diversos impactos tanto

positivos e negativos. Ressalta-se o desenvolvimento da economia regional e os impactos ambientais, que alcançaram grandes proporções em ambientes terrestres e aquáticos (SILVA, *et al.*, 2013).

Nos ambientes terrestres o desmatamento possivelmente foi uma das consequências da atividade gerando impactos sobre a fauna e flora devido a fragmentação de áreas florestais onde o isolamento de populações animais, principalmente as de menor mobilidade. Além disso outros efeitos também são fortemente observados, tais como, a abertura de cavas a céu aberto, construção de estradas com intensa movimentação de máquinas e automóveis, pátio de obras e depósitos de rejeitos (BRASIL, 2015).

A recuperação de passivos ambientais provenientes de atividades de mineração de carvão é de suma importância para a reconstrução dos ambientes impactados. No caso das matas ciliares, consideradas áreas de preservação permanente (APP), contribuem não somente para a melhoria paisagística como também para a estabilização de margens de rios e lagoas criando corredores ecológicos gerando novos ambientes para a recolonização de espécies silvestres auxiliando assim na conservação da biodiversidade local (BRASIL, 2016).

Muitas áreas após execução dos trabalhos de recuperação e posterior implantação de plano de monitoramento tem aptidão de uso voltado para diversas atividades incluindo as atividades econômicas estando entre elas a agrossilvopastoril e uso urbano tanto residencial quando industrial sendo que as porções relacionadas a preservação e conservação da biodiversidade limitam-se as matas ciliares e saber qual o retorno desta recuperação para a biodiversidade é de suma importância na avaliação dos resultados obtidos.

Porém estas áreas muitas vezes estão localizadas próximas a comunidades carentes afastadas e com pouca informação sobre o processo de recuperação ambiental. Assim as áreas acabam sendo utilizadas para diversos fins e, muitas vezes, de forma irregular incluindo o corte de vegetação nativa, uso para alimentação de gado equino, ovino e principalmente bovino, caça e pesca. (BRASIL, 2016).

Estas atividades executadas de forma irregular tornam-se fatores que podem influenciar no desenvolvimento e evolução dos indicadores ambientais destas áreas. Isto influencia diretamente no processo de liberação definitiva das áreas (descomissionamento), uma vez que esse processo depende da evolução de indicadores ambientais e da redução das fontes de drenagem ácida de mina que geram a degradação ambiental.

O presente estudo tem o objetivo de levantar informações através da revisão bibliográfica de estudos realizados em áreas em processo de recuperação ambiental após mineração de carvão sobre o meio biótico

associado as áreas de preservação permanentes (APP) em processo de recuperação no polígono de delimitação da Bacia Carbonífera e fatores que podem influenciar na evolução destas áreas.

## 2 METODOLOGIA

O estudo foi realizado a partir de duas etapas principais: levantamento de informações secundárias de Projetos de Recuperação de Área Degradada (PRADs) e através de saídas de campo. Os PRADs avaliados, foram disponibilizados pelas empresas responsáveis pelos trabalhos de recuperação, sendo que estes documentos avaliados considerando todas as informações pertinentes de cada área, desde a fase de diagnóstico até o monitoramento.

As visitas em campo foram realizadas juntamente com os trabalhos validação da cobertura do solo das áreas sendo essa uma das atividades utilizada para escrever o relatório de indicadores ambientais do GTA (Grupo Técnico de Apoio a Sentença) trabalho este com periodicidade bianual.

No levantamento da fauna associada as áreas de APPs foram utilizadas informações somente em nível de riqueza das espécies devido a divergência metodológicas entre os diversos trabalhos realizados onde alguns analisaram parâmetros como diversidade biológica enquanto outros somente riqueza.

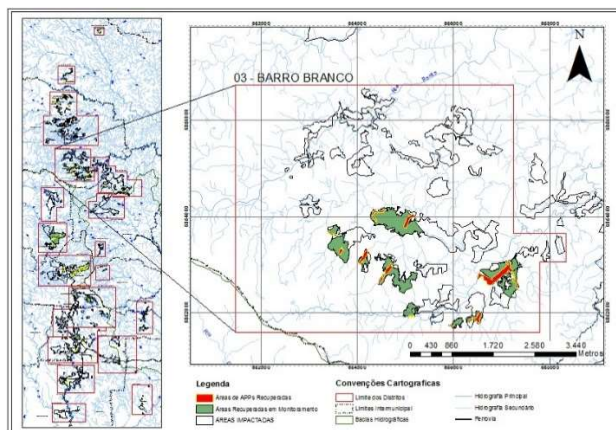
Após obtenção das informações nas duas etapas acima descritas, foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento na atualização e digitalização da hidrografia para identificação das APPs no interior das áreas em processo de recuperação as quais estão localizadas nos 6.503 hectares de áreas de superfície impactadas por mineração de carvão.

## 3 RESULTADOS

Verificou-se que, dos 6.503 hectares de superfície impactada pelas atividades de mineração de carvão (Figura 1 – A) 3.722 hectares (57%) já possuem projetos de recuperação implantados e 1.141 hectares estão em monitoramento dos atributos físicos e bióticos.

Deste total foi identificado que 94,66 hectares são de apps (Figura 1 – B), que estão distribuídas em 32 áreas em processo de recuperação, pertencentes a seis empresas carboníferas e a união estando localizadas em oito municípios (BRASIL, 2016).

Figura 1 – Mapeamento e localização de apps.



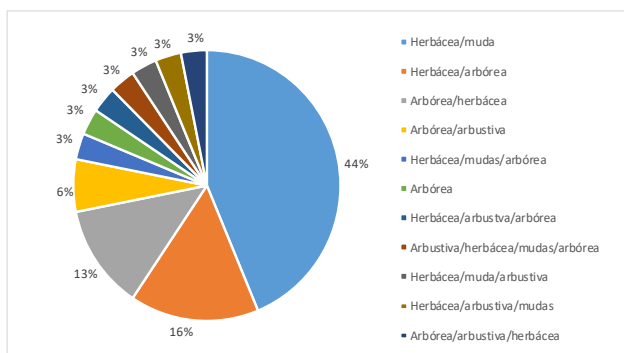
Fonte: Brasil (2016).

Nestas áreas de mata ciliar, já foram observadas melhorias da qualidade ambiental sendo que a vegetação introduzida é um atributo bastante importante tanto em nível de estabilização de solo quanto em nível ecológico e paisagístico onde foram identificadas 98 espécies de árvores com regeneração natural e 46 espécies implantadas através de projetos de recuperação ambiental (PRADs).

Em 32 áreas em processo de recuperação com implantação de APPs (Figura 2), verificou-se que em 14 áreas (44%) apresentam vegetação com forma herbácea e com presença de mudas. Esta característica representa áreas que foram tiveram os projetos de recuperação implantados recentemente.

Cinco áreas (16%) apresentaram vegetação herbácea e arbórea. E quatro áreas (13%) apresentaram vegetação arbórea com herbácea. Outras duas áreas (6%) apresentam vegetação arbórea e arbustiva.

Figura 2 – Porcentagem de Área de Preservação Permanente (APP) por fisionomia vegetal.



Fonte: Brasil (2015).

A partir da execução de projetos de recuperação ambiental, novos ambientes são criados, seja pelo isolamento de estêreis e rejeitos responsáveis por gerar drenagem ácida, ou pela reconstrução e manutenção do solo. Além disso outra característica marcante é a introdução da vegetação, que causa melhoria dos atributos ambientais analisados, atraindo espécies da avifauna, por exemplo. Neste sentido cabe destacar que foi registrado 127 espécies da avifauna utilizando as áreas de APP.

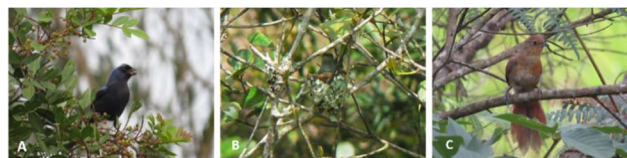
Observou-se que este grupo faunístico é bastante diversificado sendo a alimentação (Figura 3–A) a atividade mais observada no interior das áreas. A aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) é a espécie vegetal mais consumida pelas aves, o que pode auxiliar na recuperação da área através da dispersão de sementes.

Tal fato foi comprovado por Vicente, (2008) que identificou através de poleiros artificiais com coletores de sementes 94 espécies de aves no município de Siderópolis (SC). Destas aves, 14 espécies foram registradas utilizando os poleiros e sete foram consideradas dispersoras de sementes de 24 espécies vegetais em áreas abertas em processo de recuperação.

Ainda em relação a avifauna, em diferentes áreas monitoradas ocorre a reprodução de espécies e a permanência temporária para descanso e acesso a outras áreas adjacentes (Figura 3–B).

Em uma APP em processo de recuperação no município de Forquilha foi registrada a espécie conhecida popularmente como João-botina-do-brejo (*P. ferrugineigula*) (Figura 3–C) sendo este registro bastante importante pois segundo o site WikiAves (Enciclopédia das aves do Brasil) esta espécie tinha apenas nove registros para o estado de Santa Catarina sendo este o 10º registro.

Figura 3 – Utilização das áreas pelo grupo da avifauna.



Fonte: Brasil (2015).

Outros grupos da fauna também se beneficiam destas áreas e são bastante importantes como a herpetofauna com 11 espécies anfíbios e três de répteis. Quanto a mastofauna já foram identificadas 12 espécies de mamíferos de pequeno, médio e grande porte (Brasil, 2015).

Estes fatos mostram que as áreas de APP em fase de recuperação já estão servindo como áreas de alimentação, nidificação, abrigo e repouso para diversas espécies.

Das espécies de mamíferos registradas é importante ressaltar a ocorrência de mastofauna de pequeno porte devido sua importância ecológica.

As ordens Rodentia e Didelphimorphia formam o grupo de mamíferos mais diversificado do Brasil com cerca de 280 espécies (cerca de 40% do total de mamíferos) (Paglia *et al.*, 2012), com atuação importante como agentes dispersores de sementes de várias espécies de plantas e fungos (Vieira *et al.*, 2006; Cáceres & Monteiro-Filho, 2007; Horn *et al.*, 2008) e também são predadores de invertebrados e sementes.

Sendo assim a importância do registro deste grupo nas APPs em processo de recuperação demonstra melhorias ambientais onde até o momento foram registradas três espécies de mamíferos de pequeno porte estando entre elas a espécie conhecida popularmente de Prea (*Cavia aperea*) (Figura 4–A), o Ratinho-funcinhuado (*Oxymycterus* sp.) (Figura 4–B) e o Ratinho-do-mato (*Oligorizomys* sp.) (Figura 4-C).

Figura 4 – Mamíferos de pequeno porte.



Fonte: Autor (2017).

Nos trabalhos de monitoramento de fauna aquática foi registrado recolonização de espécies da ictiofauna em seis pontos de amostragem em áreas em que foram implantados projetos de recuperação.

Nestes pontos foram identificadas 11 espécies estando entre as como maior número de coletadas como os Lambaris (*Astyanax* sp.) (Figura 5–A) e *Astyanax jachuiensis* (Figura 5–B), o cascudo *Rineloricaria* sp., o Cará (*Geophagus brasiliensis*), a Traíra (*Hoplias malabaricus*), o Barrigudinho (*Phallocherus caldimaculatus*) (Figura 5–C) e o Badejo (*Chrenicichla* sp.).

A recolonização de ambientes aquáticos após recuperação depende de diversos fatores como químicos desde a melhoria da qualidade dos recursos hídricos onde segundo PAREY, (1999) os valores de pH menor que 4 e maior que 10 e a condutividade acima de 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  são letais para todas as espécies nativas.

Portanto a melhoria da qualidade química dos recursos hídricos é de suma importância no processo estabilização da fauna e também fatores físicos como profundidade da lamina de água, sedimento, e características como lânticas ou lólicas (Brasil, 2015).

As espécies registradas são consideradas pioneiras e bastante adaptadas a ambientes antropizados, porém

importantes, já que as áreas em questão antes da recuperação não ofereciam condições alguma de sobrevivência mesmo para espécies tão resistentes a antropização.

Figura 5 – Recolonização de ictiofauna em áreas em processo de recuperação.



Fonte: Brasil (2015).

Estes resultados indicam recolonização de grupos da fauna que utilizam as áreas como fonte de alimentação e abrigo. Desta maneira os indicadores ambientais demonstrando em algumas áreas a evolução do processo de recuperação.

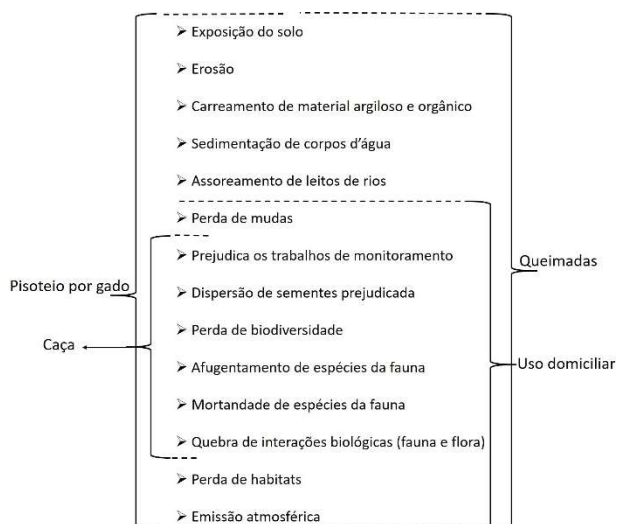
Por outro lado, cabe ressaltar que a evolução pode ser prejudicada ou protelada caso utilize-se de técnicas inadequadas que resultem na permanência de acidez nos solos com coberturas menores que as exigidas pelos critérios de recuperação, vegetação inadequada ou com pouca qualidade podendo gerar erosões laminares expondo a camada de estérreo.

Com a realização das campanhas de monitoramento observou-se também que após a conclusão das atividades de recuperação e posterior evolução de indicadores como solos, água e vegetação, algumas áreas estão sofrendo influência de fatores que podem comprometer seu desenvolvimento destacando-se os fatores de ordem antrópica onde as áreas sofrem pressão da população que vive no entorno.

Foram identificados diversos fatores negativos (Figura 6) como queimadas, desmatamento, caça e pisoteio por gado que influenciam no desenvolvimento das áreas, contribuindo de maneira significativa no desenvolvimento e evolução dos aspectos ambientais em áreas ciliares em processo de recuperação.

Desta maneira como pode ser observado na figura 6 onde os efeitos destas ações influenciam negativamente sobre as áreas gerando pelo menos 14 principais consequências sobre os diversos aspectos identificados nas APPs através dos programas de monitoramentos.

Figura 6 – Ações antrópicas em APPs.



Fonte: Brasil (2015).

O fator “queimada” registrado em diversas áreas é uma ação que desencadeia as 14 consequências listadas, desde a exposição do solo gerando problemas físicos e químicos tendo como consequências diretas danos ao meio biótico.

Outra consequência levantada a partir ocorrência de queimadas é o empobrecimento do solo (Figura 7-A) onde a matéria orgânica é eliminada restando apenas sementes muito resistentes que são dispersas após o fogo e conseguem se desenvolver em solos com tais características como é o caso da braquiária (*Brachiaria* sp.) (Figura 7-B). Além disso as queimadas influenciam diretamente no reestabelecimento da vegetação.

Figura 7 – Queimadas registradas nas áreas ciliares.



Fonte: Brasil (2015).

O fator pisoteio pelo gado principalmente o gado bovino, equino (Figura 8-A) e ovino que são os mais comumente observados nas áreas de APP. Das 32 áreas monitoradas, em 18 delas foi constatada a ocorrência de gado e esse fator tem influência sob todas as consequências listadas. Um fator predominante diz respeito a exposição do solo tendo como consequência direta a erosão e carreamento e perda de material tanto argiloso quanto orgânico (Figura 8-B).

Com a permanência do gado nas áreas também ocorrem danos as mudas implantadas pelo projeto de recuperação onde estas são pisoteadas e também servem de alimento para o gado (Figura 8-C) perdendo desta maneira muitas mudas. Outra consequência é o prejuízo aos trabalhos de monitoramento onde podem ocorrer avarias a materiais instalados em campo para realização dos trabalhos.

Figura 8 – Pisoteio de mudas em áreas ciliares.



Fonte: Brasil (2015).

O fator uso domiciliar (Figura 9-A e B) gera pelo menos 9 consequências principalmente pela perda de habitats, prejuízo aos trabalhos de monitoramento, a criação de corredores ecológicos, com a movimentação de populações também provoca o afugentamento das espécies da fauna, a perda de mudas e consequentemente de biodiversidade.

Na figura 9-C pode ser observada outra ação prejudicial também aos ambientes aquáticos registrada em área ciliar como o barramento de rios gerando entre outros impactos a alteração nas vazões, a sedimentação como a mudança de ambientes lóticos para ambientes lênticos e prejuízo em processos como migrações de espécies da ictiofauna, fauna de invertebrados e a própria recolonização de espécies em área recuperadas.

Figura 9 – Uso com fins domiciliar.



Fonte: Brasil (2015).

O fator caça gera seis consequências das 14 listadas onde o grupo da avifauna é um dos mais afetados como foram observados relatos (Figura 10-A e B) sendo gerados danos a dispersão de sementes, a riqueza e a riqueza de espécies onde o grupo da avifauna é bastante observado apresentando um grande número de espécies consequentemente o mais procurado.

A figura 10 C mostra a carcaça de um indivíduo da espécie conhecida popularmente como Capivara

(*H. hidrochaeris*). Segundo informações levantadas (Brasil, 2015) foi observado a existência de perfurações por arma de fogo caracterizando o fato ocorrido como caça predatória e consequentemente crime ambiental.

Figura 10– Caça nas áreas em processo de recuperação.



Fonte: Brasil (2015).

Foram registradas também outras ações da população de entorno no que diz respeito a utilização das áreas sendo estas de risco a saúde pública, onde foi observado no mês de novembro do ano de 2013 crianças brincando no leito do rio Sangão em uma porção do rio localizada no município de Criciúma.

Sabe-se que em sua grande maioria as áreas são cercadas com objetivo de limitar a entrada de pessoas não autorizadas. Porém o que se observou nas visitas a campo é que a população não respeita estes limites e adentram as áreas as quais utilizam-se destas para diversos fins, causando inclusive prejuízos materiais as empresas responsáveis pela manutenção das áreas como danificação de materiais como arames e mourões.

Por outro lado, existem também fatores positivos, os quais são observados nas áreas como por exemplo o sucesso da revegetação, recolonização de espécies da fauna, formação de corredores ecológicos, diminuição de descarga de drenagem ácida nos corpos d'água incluindo o efeito paisagístico.

Essas mudanças são facilmente observadas ao passo que são substituídos ambientes antes degradadas e sem expectativas evolutivas dos atributos ambientais por novos ambientes possibilitando novos usos para as áreas conforme proposta estipulada pelo plano de recuperação.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação e localização das áreas de APPs recuperadas é importante para obter o número aproximado de áreas existentes e também no que diz respeito ao levantamento de informações sobre os fatores que influenciam em sua recuperação.

A recuperação de áreas de APPs objetiva tanto a proteção das margens de rios e lagoas quanto o aspecto ecológico e paisagístico. O aumento de ambientes

disponíveis para fauna e flora regional e criação de corredores ecológicos, por exemplo, geram novos pontos de recolonização. Com isso, a proteção e manutenção destas áreas reflete-se em uma resposta positiva dos trabalhos de recuperação e as comunidades bióticas.

Os estudos indicam melhorias dos atributos físicos e bióticos em várias áreas. A vegetação introduzida em APPs é uma característica bastante importante tanto na estabilização de solo quanto em nível ecológico e paisagístico. É responsável ainda, por atrair grande número de espécies da fauna dos mais diversos grupos sendo a avifauna o grupo com maior número de espécies. A ictiofauna indica melhorias em ambientes aquáticos na bacia carbonífera.

Com andamento dos trabalhos de recuperação em aproximadamente 17 anos de acompanhamento observou-se que as utilizações de técnicas inadequadas empregadas para execução dos trabalhos podem influenciar na evolução dos aspectos físicos e bióticos das áreas podendo prejudicar ou protelar essa evolução caso permaneça acidez nos solos devido a cobertura utilizada ser menor que a exigida pelos critérios de recuperação.

Outros fatores que podem influenciar na evolução dos atributos são as ações antrópicas por parte da população que vive no entorno destas áreas. Isto mostra uma influência direta com uso inadequado, sendo que na maioria das vezes trata-se de utilização clandestina sem a permissão da empresa responsável pela área.

Fatores como queimadas, uso domiciliar irregular, desmatamento, caça e principalmente a utilização das áreas para atividade agropastoril vem causando grandes prejuízos. Além de interferir no desenvolvimento da vegetação, também prejudicam o solo reconstruído, dada a alta fragilidade e suscetibilidade a diversas atividades antrópicas.

Tais ações que interferem na evolução dos indicadores de qualidade ambiental também são peças primordiais na análise do processo de recuperação devido a influência negativa que estes exercem e refletem também no processo de descomissionamento ou a liberação das áreas por parte do órgão ambiental.

#### 5 REFERÊNCIAS

BRASIL. **9º Relatório de monitoramento dos indicadores ambientais. Projeto de Pesquisa da Justiça Federal.** 1ª Vara Federal de Criciúma, SC. Criciúma: SATC. 371 p. 2015.

BRASIL. **10º Relatório de monitoramento dos indicadores ambientais. Projeto de Pesquisa da Justiça Federal.** 1ª Vara Federal de Criciúma, SC. Criciúma: SATC. 272 p. 2016.

CÁCERES, N.C.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Germination in seed species ingested by opossums: implications for seed dispersal and forest conservation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Paraná, v. 50, n. 6, p. 921-928, 2007.

HORN, G.B.; KINDEL, A.; HARTZ, S.M. *Akodon montensis* (Thomas, 1913) (Muridae) as a disperser of endozoochoric seeds in a coastal swamp forest of southern Brazil. **Mammalian Biology – Zeitschrift für Säugetierkunde**, Alemanha, v. 73 n. 4, p. 325-329, 2008.

PAGLIA, A.P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; et al., **Lista anotada dos mamíferos do Brasil.**/ Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2 ed. Occasional Papers in Conservation Biology, n. 6. Conservation International, Arlington, p. 76. 2012.

PAREY, V. P. **Manuais para gerenciamento de recursos hídricos**. DVWK, 227/1993. Relevância de parâmetros de

qualidade das águas aplicados as águas correntes. Parte I: Características gerais, nutrientes, elementos-traço e substâncias nocivas inorgânicas, características biológicas. Projeto gerenciamento de recursos hídricos em Santa Catarina – FATMA/GTZ. Florianópolis, Sc. 108p. 1999.

SILVA L. F. O.; VALLEJUELO, S. F-O.; MARTINEZ-ARKARAZO, I.; et al. Study of environmental pollution and mineralogical characterization of sediment rivers from Brazilian coal mining acid drainage. **Science of the Total Environment - Elsevier**, Rio de Janeiro, v. 447, p. 169-178, 2013.

VICENTE, R. **Avifauna e dispersão de sementes com uso de poleiros artificiais em áreas reabilitadas após mineração de carvão a céu aberto, Siderópolis, sul de Santa Catarina**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências ambientais) – UNESCO, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma. 2008.