

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR 99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Helena de Lima Müller

Matrícula nº 00173306

*Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial
(PACUERA) - Barragem Engenho Maranhão, Rio Ipojuca/PE: resultados do estágio
supervisionado*

Porto Alegre, abril de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA

**Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial
(PACUERA) - Barragem Engenho Maranhão, Rio Ipojuca/PE: resultados do estágio
supervisionado**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheira Agrônoma, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do estágio: Eng. Agr. Ms. Diego Silva da Silva.

Orientador acadêmico do estágio: Eng. Agr. Dr. Carlos Gustavo Tornquist.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Fábio Kessler Dal Soglio (Dep. de Fitossanidade) (Coordenador)

Profa. Beatriz Maria Fedrizzi (Dep. de Horticultura e Silvicultura)

Prof. Alberto Vasconcellos Inda Junior (Dep. de Solos)

Prof. Pedro Alberto Selbach (Dep. de Solos)

Profa. Carine Simioni (Dep. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia)

Profa. Mari Lourdes Bernardi (Dep. de Zootecnia)

Profa. Carla Andrea Delatorre (Dep. de Plantas de Lavoura)

Porto Alegre, abril de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à parceria e ao bom humor do time Polar com quem eu dividia a sala, Farina, Evandro, Edson, Bruna, Camila, Monique, Laís, Lucas, Andréia, Rafael, Eliziele, Kayo. À disponibilidade e atenção dos orientadores Diego Silva e Gustavo Tornquist.

Considerando este trabalho como um encerramento das atividades de graduação, agradeço ao constante apoio da minha grande família. Aos avós, claro, Elcy (in memoriam) e Paulo (in memoriam), Caco e Chica, presentes de alguma forma, estou aqui e sou o que sou graças a eles. Aos pais sempre presentes, disponíveis e atenciosos, Karla e Eduardo, que me contemplaram também com o apoio de Michel e Ana, os quais de certa forma me adotaram e foram adotados por mim. Agradeço à parceria, amizade e apoio das queridas irmãs Ju e Mel; e também à presença das irmãs adquiridas ao longo do caminho, Giuli e Gabi, e demais queridos agregados, Martin, Cris e Emerson. Agradeço também ao Rafael, pela parceria e companhia, pelos assessoramentos técnicos do TCC, pelos ouvidos pacientes e conselhos calmantes; e aos demais membros Werle Arenhart, família que tem me acolhido tão bem.

Agradeço à querida Julia-Maria Hermann e ao grupo UVAIA. Ambos, apesar de não terem participado diretamente deste trabalho, contribuíram muito para minha formação e desenvolvimento nos últimos anos da graduação.

RESUMO

O estágio foi realizado na empresa Polar Inteligência em Meio Ambiente Ltda., que atua em todas as etapas do licenciamento ambiental. Sua sede se situa em Porto Alegre no Bairro Menino Deus; os trabalhos são executados tanto no Rio Grande do Sul como em outros Estados da Federação. No decorrer do estágio foram desenvolvidas atividades referentes a diferentes projetos, serviços e produtos da empresa. O objetivo principal foi o auxílio à elaboração de um Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) no Rio Ipojuca, Pernambuco, projeto financiado pelo Banco Internacional de Desenvolvimento. Ao final das atividades, foram concluídos o diagnóstico socioambiental, o zoneamento ambiental, a base de dados geoespaciais, a definição do potencial e diretrizes de uso do reservatório e programas ambientais.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	7
2.CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO. 8	8
2.1.Clima.....	8
2.2.Solos.....	8
2.3.Recursos Hídricos.....	9
2.4.Uso e ocupação do solo.....	9
3.CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO 10	10
4.REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
4.1.Demanda hídrica.....	11
4.2.Qualidade da água e fontes poluidoras na Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca.12	12
4.3.Cana-de-açúcar, vinhaça e o ambiente.....	13
4.4.Legislação.....	15
5.ATIVIDADES REALIZADAS.....	16
5.1.PACUERA Engenho Maranhão, Pernambuco.....	16
5.1.1 Diagnóstico socioambiental.....	17
5.1.1.1.Diagnóstico socioeconômico.....	17
5.1.1.2.Diagnóstico do meio biótico.....	18
5.1.1.3.Diagnóstico do meio físico.....	18
5.1.2 Zoneamento ambiental.....	19
5.1.2.1.Definição das áreas prioritárias de intervenção.....	20
5.1.2.2.Metodologia AHP para zoneamento das variáveis.....	20
5.1.3 Base de dados geoespaciais.....	21
5.1.4 Definição do potencial e diretrizes de uso do reservatório.....	21
5.1.5 Programas ambientais.....	21
5.2.Outras atividades.....	22
5.2.1 Serviços de Licenciamento Ambiental para GEFCO Logística do Brasil. 22	22
5.2.2 Estudo oceanográfico e EIA/RIMA do Sistema de Disposição Final Oceânica (SDO) dos efluentes tratados, Sul da Ilha de Florianópolis.....	23
6.DISSCUSSÃO.....	23
7.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
REFERÊNCIAS.....	26

APÊNDICE A - Levantamento preliminar de legislação aplicável ao licenciamento ambiental e à execução de planos ambientais.....	30
ANEXO A – Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca e localização da área de estudo, Barragem Engenho Maranhão (Polar, 2017).....	31
ANEXO B – Índices mensais médios da qualidade da água de 2004 a 2013 em pontos amostrais coletados pelo CPRH (Polar, 2017).....	32
ANEXO C – Variáveis utilizadas na metodologia AHP como base para o zoneamento ambiental (Polar, 2017).....	33
ANEXO D – Mapa de Zoneamento Ambiental realizado no PACUERA (Polar, 2017).	37

1. INTRODUÇÃO

Há relativamente pouco tempo inserida no currículo do curso de Agronomia, a gestão ambiental, abrangendo todas as questões de licenciamento ambiental e gestão de recursos naturais, é um campo de trabalho a ser explorado pelos Engenheiros Agrônomos. O crescente reconhecimento à importância dessa atividade e o aumento na demanda por profissionais competentes demonstram à Universidade a necessidade de formação nessa área.

A escolha da atividade do estágio teve como objetivo conhecer a realidade empresarial relacionada a serviços e projetos no ramo ambiental. Tanto o funcionamento de uma empresa quanto o mercado de trabalho em gestão ambiental são aspectos pouco vistos durante as atividades da graduação e, portanto, tornam-se uma vivência necessária. Além disso, a oportunidade de se trabalhar com uma equipe multidisciplinar em projetos de diferentes naturezas foi determinante para a escolha da Polar Inteligência em Meio Ambiente Ltda.

As atividades do estágio foram realizadas de quatro de julho a 25 de novembro de 2016 na sede da empresa, em Porto Alegre, contabilizando pouco mais de 300 horas nesses cinco meses. O Engenheiro Agrônomo Diego Silva foi o supervisor das atividades e o Professor Carlos Gustavo Tornquist, do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia (DSOLOS/FAGRO), o orientador acadêmico.

A proposta do estágio foi a participação na elaboração de documentos técnicos referentes a projetos ambientais, pesquisa de fontes científicas, análise e estruturação de informações; o objetivo principal, o auxílio à elaboração de um Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) na Barragem Engenho Maranhão no Rio Ipojuca, Pernambuco. O projeto, financiado pelo Banco Internacional de Desenvolvimento, foi contratado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco (SDEC) e está inserido no Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Rio Ipojuca (PSA Ipojuca).

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DA REGIÃO

A barragem Engenho Maranhão e seu respectivo PACUERA serão realizados em trecho do Rio Ipojuca delimitado pelas zonas fisiográficas do Litoral e da Mata, já próximo à sua foz, no litoral Sul de Pernambuco, a $8^{\circ}22'30''$ de latitude Sul e $35^{\circ}07'30''$ de longitude Oeste (Anexo A). São abrangidas áreas principalmente rurais dos Municípios de Ipojuca e Escada, localizados na porção sudeste do estado a cerca de 50 km de distância da capital Recife. A área urbana considerada no estudo corresponde apenas ao município de Escada, que possuía 63.517 habitantes em 2010 segundo censo do IBGE (IBGE, 2010).

Para melhor contextualizar, serão apresentados alguns dados referentes à Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca, e não somente ao trecho destinado ao reservatório.

2.1. Clima

Segundo dados do seu Plano Hidroambiental (Pernambuco, 2010a), a bacia do Rio Ipojuca apresenta clima tropical chuvoso de monção com verão seco (Ams), com precipitação média anual de 1133 mm. Ressalta-se que essa média é bastante variável ao longo da bacia, sendo de 2267 mm no trecho próximo ao litoral e de 640 mm no outro extremo, próximo às nascentes.

A região da Zona da Mata Sul ao sudeste do Estado de Pernambuco, segundo classificação climática de Köppen (1948), apresenta clima tropical úmido com maior ocorrência de chuvas nos meses de outono e inverno (As) - no baixo Ipojuca, de março a agosto ocorre o período chuvoso. A cidade de Ipojuca apresenta média de precipitação anual de 2000 mm, temperatura média anual de 23°C e umidade relativa do ar média anual de 79,75%.

2.2. Solos

A área em estudo, no litoral e zona da mata, ocorre sobre uma formação geológica predominantemente composta por rochas cristalinas e cristalofílicas (PERNAMBUCO,

2005). O material de origem, bem como a atuação dos ventos alísios de sudeste, o relevo moderadamente ondulado a plano e as características climáticas são fatores determinantes na formação dos solos da região. Segundo levantamento agroecológico da EMBRAPA (2000), na área em estudo e seu entorno ocorrem Gleissolo Háplico, Latossolo Amarelo, Argissolo Vermelho Amarelo, Neossolo Quartzarênico e solos indiscriminados de mangue.

2.3. Recursos Hídricos

A Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca corta diferentes regiões fisiográficas, apresentando-se como um desafio à gestão dos recursos hídricos. Seus trechos superior, médio e submédio se localizam predominantemente sobre o Sertão, e em menor parte sobre o Agreste; já o trecho inferior, em que se localizará o reservatório, sobre a Zona da Mata e Litoral. O Rio Ipojuca apresenta cerca de 320 km de extensão: das nascentes situadas na Serra do Pau D'Arco, município de Arcoverde, à foz no oceano Atlântico (APAC, 2016). O rio cruza extensas áreas agrícolas e com canaviais, passa por 12 sedes municipais e é um dos mais poluídos do Brasil (IBGE, 2012).

2.4. Uso e ocupação do solo

As informações apresentadas a seguir estão de acordo como os levantamentos do Plano Hidroambiental do Ipojuca (Pernambuco, 2010b) e de análises realizadas para o PACUERA. O estudo foi conduzido considerando um raio de 1000 m a partir da cota máxima de alague do reservatório, e a classificação realizada de acordo com a do IBGE (2013).

As áreas antrópicas não agrícolas identificadas correspondem a 7,4% da área em estudo, sendo destes 2,3% áreas urbanizadas (apenas no município de Escada), 0,1% áreas de mineração (na margem do Ipojuca, cerca de 2 km a jusante da área urbana), 0,8% vias pavimentadas (incluindo trechos da BR-101 e da PE-042) e 4,2% vias não pavimentadas (acessos às áreas de cultivo). Há dois assentamentos do Movimento dos Trabalhadores Sem Terra na área urbana de Escada.

Nas áreas antrópicas agrícolas, 74,6% do total, não foram identificadas atividades de silvicultura e pastagens. Elas são compostas majoritariamente por culturas temporárias

(74,3%) e, de forma bem menos expressiva, por culturas permanentes (0,3%), que correspondem a banana e coco-da-baía. Quase toda a área com culturas temporárias corresponde a canaviais, em que são feitas colheita manual e queima pré-colheita; apenas pequenas áreas foram identificadas com cultivo de mandioca para subsistência. O maior estabelecimento rural privado na região é a Usina Ipojuca, à qual pertencem os Engenhos Maranhão, Belém, Dois Mundos e Pará. Há também um assentamento na área rural de Ipojuca, denominado de Engenho Fortaleza. As demais propriedades são familiares, voltadas para subsistência.

As áreas de vegetação natural campestre (1,85%) e florestal em diferentes estágios de sucessão ecológica (11,65%) correspondem a 13,5% da área total. Na categoria outros, foram identificadas áreas de corpo d'água continental (1,7% do total), o que corresponde ao Rio Ipojuca e lagos naturais e artificiais; áreas descobertas (0,3%), que seria solo exposto, areia, seixos, leitos do rio; e áreas mistas (2,5%), classe para áreas com diferentes usos do solo combinados.

3. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

A empresa Polar Inteligência em Meio Ambiente, fundada no ano de 2005, atua no ramo de gestão ambiental, com prestação de serviços de análise de impacto ambiental, desenvolvimento, gerência e execução de treinamentos, projetos, programas e monitoramentos ambientais entre outras atividades, tanto para empresas públicas quanto privadas. Como exemplo, trabalhos recentes foram prestados às seguintes empresas: Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco (SDEC-PE), Companhia de Saneamento de Santa Catarina (CASAN), CMPC Celulose Rio-grandense e Refinaria Landulpho Alves (RLAM). Sua equipe de trabalho é multidisciplinar, conta com profissionais das áreas de Biologia, Agronomia, Engenharia Química, Geografia, Oceanografia e Gestão Ambiental, além de contratações e parcerias com prestadores de serviços, empresas e laboratórios de análises de solos e águas.

A elaboração do PACUERA - Engenho Maranhão foi contratada pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco (SDEC) via recursos no Banco Internacional de Desenvolvimento. A SDEC atua no planejamento, articulação e execução da política econômica do Governo do Estado de Pernambuco, em conjunto com outras instituições,

como a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) e o Porto de Suape. Ela integra a Administração Direta do Estado e tem o papel de fomentar novos negócios e investimentos nos âmbitos nacional e internacional.

A Polar foi contratada pela SDEC em consórcio com a Empresa Água e Solo - Estudos e Projetos, também situada em Porto Alegre. As atividades constantes no Plano de Trabalho Detalhado do PACUERA foram previamente divididas entre ambas as empresas contratadas.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Um plano ambiental pode ser definido como um conjunto de diretrizes e proposições com um objetivo ambiental específico. Este objetivo é, no caso do PACUERA, o estabelecimento de normas e de diretrizes de usos e restrições, visando à conservação ambiental e ao desenvolvimento sustentável conciliados ao uso do reservatório e do seu entorno (BRASIL, 2002). Para tanto, torna-se necessária uma série de levantamentos e estudos que permitam uma boa compreensão das características ambientais da região. Serão abordadas, a seguir, questões fundamentais relacionadas ao Reservatório Engenho Maranhão e ao seu entorno.

4.1. Demanda hídrica

Apesar do reconhecimento mundial quanto à disponibilidade de recursos hídricos no Brasil, há problemas com o acesso a esses recursos, bem como com sua potabilidade - fatores não menos importantes e por vezes não considerados.

Segundo o Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2010), as projeções para até 2015 eram de que 55% dos 5565 municípios brasileiros apresentariam déficits na relação oferta/demanda de água. A Região Metropolitana de Recife, que é constituída por 14 municípios e corresponde a cerca de 51% da população urbana de Pernambuco, é enquadrada como deficitária, e requeria, portanto, ampliação do sistema de abastecimento ou um novo manancial. Os municípios de Ipojuca e Escada, apesar de estarem enquadrados dentre aqueles com abastecimento satisfatório, deveriam receber a construção da barragem do Engenho Maranhão, já citada no Atlas (ANA, 2010, 2016)

como um plano a médio prazo para abastecimento do Complexo Portuário de Suape e de localidades no Litoral Sul do Estado.

Diagnósticos realizados para o Rio Ipojuca, por exemplo o do Plano Hidroambiental (Pernambuco, 2010a), demonstraram a necessidade de melhorar a gestão do recurso hídrico. Assim, em 2013 o Governo do Estado de Pernambuco obteve um financiamento do Banco Internacional de Desenvolvimento (BID) de US\$ 200 milhões, aos quais somou mais US\$ 130 milhões, para implantação do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Rio Ipojuca (PSA). Ações de melhoria nos sistemas de esgotamento sanitário e de abastecimento de água são previstas e já foram iniciadas - sendo o Reservatório Engenho Maranhão e seu PACUERA parte delas (COMPESA, 2017).

Segundo o Estudo de Impacto Ambiental (ABF, 2011), o empreendimento deverá inundar 607,8 ha, 80% dessa área no município de Ipojuca e 20% no município de Escada, acumulando cerca de 50,5 milhões de m³ de água a 25 km de distância da foz do rio.

4.2. Qualidade da água e fontes poluidoras na Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca

A Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) é responsável pelo monitoramento dos rios no Estado de Pernambuco. Ao longo do Rio Ipojuca há 14 estações de monitoramento da qualidade da água. Segundo o Plano Hidroambiental do Ipojuca (Pernambuco, 2010a, 2010b), a partir dos dados monitorados, observam-se péssimas condições sanitárias, elevadas concentrações de amônia, fósforo e coliformes, e em muitos dos pontos de coleta de água os parâmetros analisados não atingem os limites estabelecidos para águas superficiais de Classe 2, conforme Resolução CONAMA N° 357/2005 (BRASIL, 2005).

Para levantamento realizado para o PACUERA, a fim de elaborar o Diagnóstico do Meio Físico, foram utilizados dados de 10 anos (de 2004 a 2013) de duas estações de monitoramento, uma a montante da área de estudo (IP-85, em Escada) e outra a jusante (IP-90, em Ipojuca). Foram analisados os parâmetros Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Coliformes Termotolerantes (CT), pH, Sólidos Dissolvidos Totais (SDT, disponível apenas da IP-90), Turbidez (disponível apenas da IP-90), Salinidade, Fósforo Total e Amônia, os quais foram relacionados aos índices estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005 (ver Anexo B).

Para pH, SDT e Amônia, os resultados são satisfatórios. O Oxigênio Dissolvido apresentou baixos índices, principalmente nos meses de setembro a abril, quando há menor precipitação. A DBO também apresenta problemas entre setembro e abril em ambas estações de monitoramento, sendo que a de Ipojuca chega a apresentar índices superiores ao máximo permitido para Classe 3. O período de chuvas afeta também a Turbidez, que se apresenta acima do limite permitido para Classe 1 de janeiro a junho, período com mais chuvas, mas permanecendo sempre abaixo do limite para as Classes 2 e 3. Os índices de concentração de Coliformes Termotolerantes e de Fósforo Total se apresentam acima dos limites máximos estabelecidos pela Legislação ao longo de toda a amostragem e em ambas estações de monitoramento. Em outubro de 2016, as análises para a estação IP-85 apontavam a água como muito poluída, com Índice de Qualidade da Água (IQA) péssimo e Índice de Estado Trófico (IET) eutrófico (CPRH, 2017).

Assim, torna-se claro o cenário de contaminação do curso d'água. Segundo um estudo regional de planejamento hidrográfico (Pernambuco, 2011), são necessárias ações de controle e de fiscalização das fontes responsáveis pelo estado das águas. O Plano Hidroambiental da Bacia do Ipojuca (Pernambuco, 2010b) e o Estudo de Impacto Ambiental da barragem (ABF, 2011) levantam as principais fontes de poluição do rio: efluentes domésticos e industriais não tratados e lançados sem qualquer controle, a deposição de resíduos sólidos a céu aberto, a atividade pecuária e principalmente o setor sucroalcooleiro, desde insumos e métodos utilizados no sistema de cultivo até os resíduos do pós-industrialização. No trabalho de campo realizado para o PACUERA, foram identificados ainda o desmatamento e a ocupação irregular das margens, seja agrícola ou residencial.

4.3. Cana-de-açúcar, vinhaça e o ambiente

É histórico o cultivo da cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil. Em Pernambuco, o período de desenvolvimento da cultura se dá de outubro a setembro do ano seguinte, a colheita de setembro/outubro a março/abril, sendo a moagem iniciada concomitantemente (CONAB, 2015, 2016). As chuvas intensas da Zona da Mata favorecem seu desenvolvimento vegetativo e os períodos de estresse hídrico desencadeiam seu amadurecimento.

A cana é destinada à produção de açúcar, álcool e etanol. De acordo com o terceiro levantamento da safra 2016/17 realizado pela CONAB (2016), a estimativa de área colhida para a safra de 2016/17 no estado de Pernambuco é de 251,1 mil hectares e 4.624,2 mil toneladas de cana serão destinadas para etanol (hidratado e anidro).

Na indústria sucroalcooleira, o principal subproduto da destilação fracionada é a vinhaça, também denominada de vinhoto, tiborna ou restilo (Lyra et al., 2003). O processo pode ser descrito sucintamente da seguinte forma: com a fermentação da garapa, mosto rico em açúcares, obtém-se o “vinho”, que será então destilado; o líquido alcoólico recuperado é denominado de “flegma”; o restante, a vinhaça (De Souza et al., 2015). São produzidos de 10 a 18 litros de vinhaça para cada litro de álcool destilado (Da Silva et al., 2007).

Ao sair dos destiladores, esse efluente da indústria apresenta baixo pH, baixa relação C/N, alto índice de DBO, alto teor de matéria orgânica, presença de diversos minerais (potássio principalmente) e elevada temperatura (Brito et al., 2007, 2009; Lyra et al., 2003; De Souza et al., 2015; Rolim et al., 2013). Apesar de antigamente ser despejado diretamente nos corpos hídricos, atualmente o efluente tem como principais destinos a fertirrigação de canaviais, áreas de sacrifício e lagoas de distribuição, muitas vezes não impermeabilizadas (Corazza, 2006; De Souza et al., 2015).

A partir de uma revisão da literatura relacionada ao cultivo da cana, aos solos da região e à destinação da vinhaça, foram evidenciados os seguintes pontos:

- a aplicação do efluente no solo apresenta efeito positivo na estabilidade dos agregados em água e, conseqüentemente, na estrutura do solo, sua resistência a compactação e erosão, manutenção de porosidade e capacidade de infiltração de água (Vicente et al., 2012);
- alterações químicas no solo, como o aumento na concentração de K, redução na concentração de Na e elevação do pH nos horizontes mais superficiais, também já foram observadas (Brito et al., 2009);
- foi estabelecida recomendação de aplicação máxima de 300 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ de vinhaça em Neossolos Quartzarênicos Órticos, pois há evidências de incremento crescente de produtividade de colmos para as canas de 1^a, 2^a e 3^a soca (Da Silva et al., 2014a);
- com aplicações contínuas, por três anos, de 300 m³.ha⁻¹.ano⁻¹ em Gleissolo e Espodossolo, há risco de salinização do solo e de comprometimento da potabilidade de águas

subterrâneas (Lyra et al., 2003). Entretanto, com a aplicação de até $65 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ em Gleissolo não haveria esse risco (Da Silva et al., 2014b);

- a percolação do efluente em lagoa de distribuição não impermeabilizada tornou a água freática inadequada para irrigação, por essa estar salina e representar um risco iminente de salinização do solo em que fosse aplicada (Rolim et al., 2013).

4.4. Legislação

A Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituiu pela primeira vez o licenciamento ambiental no Brasil, definido como instrumento da PNMA (BRASIL, 1981, Artigo 9º, Inciso IV). Antes disso, desde a década de 1960, haviam iniciativas de preservação ambiental nas obras do setor hidrelétrico, mas de forma isolada e não por serem exigidas pela legislação (CBDB, 2011).

O licenciamento ambiental de barragens, especificamente, surge com a Resolução CONAMA Nº 01, publicada no DOU em 17 de fevereiro de 1986 com o fim do período ditatorial (CBDB, 2011). Em seu Art. 2º é definido que obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, como barragens, deveriam elaborar Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para o seu licenciamento. É interessante ressaltar as diferentes finalidades de uma barragem: geração de energia elétrica, deposição de rejeitos (há mais de 700 só em Minas Gerais), controle de cheias, viabilização da navegação (eclusas), paisagismo e recreação (exemplo do Lago Paranoá em Brasília), abastecimento de água a zonas urbanas e industriais - o que é o caso da Barragem Maranhão -, ou usos múltiplos (CBDB, 2011).

Diversas leis tratam do licenciamento ambiental e da elaboração de planos ambientais, afetando-os diretamente (levantamento no Apêndice 1), e cabe destacar a Resolução CONAMA Nº 302/2002 e alguns tópicos dispostos por ela:

- passa a ser obrigatória a elaboração de um PACUERA quando houver a construção de um reservatório artificial (Art. 1º);
- definição de reservatório artificial: “acumulação não natural de água destinada a quaisquer de seus múltiplos usos” (Art. 2º, inciso I);
- definição de APP: “área marginal ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a

biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas” (Art. 2º, inciso II);

- definição de PACUERA: “conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, a recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis” (Art. 2º, inciso III);

- estabelece a largura mínima da APP de acordo com a finalidade e superfície do reservatório, sendo definida para o presente caso como de 30 m nas áreas urbanas consolidadas e de 100 m nas áreas rurais (Art. 3º, inciso I).

5. ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades ao longo do estágio foram todas realizadas no escritório da empresa, onde trabalha a equipe multidisciplinar na elaboração de seus relatórios, mapas e análises. A empresa Polar trabalha simultaneamente com diferentes projetos, serviços e produtos, sendo o foco de trabalho e de entregas gerenciado de acordo com as demandas e os prazos determinados pelos contratantes. Além das atividades citadas a seguir, também estavam sendo realizadas outras, como monitoramento de fauna voadora e medição de ruídos a campo para a CMPC Celulose Riograndense, ou o diagnóstico de atividade pesqueira para a Refinaria Landulpho Alves. Os trabalhos de campo relativos ao PACUERA foram executados pela empresa “Água e Solo”.

5.1. PACUERA Engenho Maranhão, Pernambuco

A elaboração de um PACUERA abrange alguns produtos, sendo eles: Diagnóstico Socioambiental, Zoneamento Ambiental, Base de Dados Cartográficos, Definição do potencial e das diretrizes de uso do reservatório e do seu entorno e Programas Ambientais. Posteriormente, então, é realizada uma consulta pública junto à comunidade do entorno do Reservatório Maranhão, etapa essencial à legitimação de um PACUERA. Seus principais objetivos são divulgar os resultados do Plano, esclarecer dúvidas e ouvir manifestações dos interessados, possibilitando uma articulação e um comprometimento entre os atores envolvidos. Só depois de todas essas etapas o PACUERA será entregue à equipe técnica da

Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) para apreciação. Durante o estágio, foi possível participar de boa parte das etapas supracitadas, sendo essas detalhadas a seguir.

5.1.1 Diagnóstico socioambiental

O diagnóstico é o aprofundamento e a consolidação de dados levantados nas etapas anteriores do processo de licenciamento e que serve de base para as etapas seguintes do PACUERA. A caracterização dos meios socioeconômico, físico e biótico das áreas de influência do empreendimento foi feita a partir da coleta de dados secundários de diversas fontes, como seu EIA/RIMA, o Plano Hidroambiental da Bacia do Rio Ipojuca (PHA-Ipojuca), o Plano de Saneamento Ambiental do Ipojuca (PSA-Ipojuca), dados censitários do IBGE, relatórios da Agência Nacional de Águas (ANA) e da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), dados da Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH), pesquisas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e de Universidades, dentre outras. O levantamento de dados primários foi necessário apenas para informações essenciais ao PACUERA e que não haviam sido levantadas anteriormente nas etapas do licenciamento. Para tanto, foram realizados registros fotográficos, mapeamentos e entrevistas em uma campanha de campo.

Todo esse levantamento e diagnóstico são de suma importância, pois permitem uma boa compreensão da dinâmica existente entre moradores e o ambiente e viabilizam a elaboração do zoneamento e das diretrizes de uso. Puderam ser previstos, também, possíveis e prováveis problemas que ocorrerão com a instalação e operação do empreendimento.

Com a atividade de estágio, participou-se da pesquisa de informações disponíveis, da compilação, sistematização, classificação e análise dos dados obtidos. Foram realizados gráficos, mapas e tabelas demonstrativos dos dados levantados. O Diagnóstico Socioambiental, que resultou em um trabalho de mais de 300 páginas, foi dividido em três categorias.

5.1.1.1. Diagnóstico socioeconômico

Para o diagnóstico socioeconômico, foram realizadas a atualização e complementação de estudos anteriores relativos a questões socioeconômicas e demográficas. Além dos dados secundários, foi utilizado um questionário do tipo estruturado aplicado aos residentes das propriedades rurais na zona de influência considerada (1000 m a partir da cota máxima de inundação). Foram levantados dados referentes ao uso da água e do solo, à caracterização da população e seu perfil socioeconômico, às atividades econômicas, turísticas e de lazer da região, à dinâmica populacional, aos atores e segmentos estratégicos relacionados.

5.1.1.2. Diagnóstico do meio biótico

Para o diagnóstico do meio biótico, foi realizada a caracterização da cobertura vegetal e dos grupos de fauna passíveis de ocorrência na área de estudo, bem como de áreas de preservação protegidas e/ou degradadas, identificadas como prioritárias para projetos de recuperação. Foram identificadas espécies de relevante interesse ecológico, arbóreas imunes ao corte e também as ameaçadas de extinção de acordo com a Lista Vermelha da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), com a Lista de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA N° 443/2014), com a Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de extinção (Portaria MMA N° 444/2014) e com lista de espécies de anfíbios ameaçados do Estado de Pernambuco (Resolução SEMAS N° 01/2015). As informações obtidas nesse diagnóstico foram a base para reconhecer as áreas prioritárias de intervenção e para elaboração dos Programas de Restauração Florestal, de Monitoramento de Áreas com Vulnerabilidade Ambiental e de Monitoramento das Condições Limnológicas.

5.1.1.3. Diagnóstico do meio físico

Para o diagnóstico do meio físico, foram estudados o clima, os recursos hídricos, a geologia, a geomorfologia, a hidrogeologia, a tipologia dos solos e seus respectivos usos e

ocupações, as áreas de preservação permanente (APP) e os remanescentes florestais da região. O uso e ocupação do solo foi realizado a partir de imagens de satélite fornecidas pela APAC, cenas RapidEye em formato Geotiff do período de 2011 a 2014 com resolução espacial de cinco metros, com o auxílio de registro fotográfico (realizado a campo juntamente com o levantamento socioeconômico) e de informações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) e do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). As classes de cobertura e uso da terra foram classificadas de acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). O levantamento das APP foi realizado de acordo com o Novo Código Florestal (BRASIL, 2012, Lei Federal Nº12.651) a partir de cartas topográficas e identificação das diferentes categorias em mapas.

A identificação de remanescentes florestais fora de APP e do déficit de APP foi realizada através do cruzamento de informações e ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG) no *software* ArcMap.

5.1.2 Zoneamento ambiental

O objetivo geral do zoneamento é conseguir, através do uso ordenado do território, conciliar a manutenção da qualidade e quantidade da água do reservatório, a conservação dos recursos ambientais e o desenvolvimento socioeconômico da região. Para tanto, foram definidas atividades permitidas, restritivas e proibitivas, bem como foram consideradas as exigências legais, as características dos meios físico, biótico e socioeconômico levantadas na etapa anterior, as fragilidades e potencialidades identificadas da região. Além disso, o zoneamento deve ser compatível com programas e planos governamentais vigentes.

Os parâmetros analisados foram o uso e ocupação do solo, a cobertura vegetal, os usos já consolidados (pecuária, agricultura, estradas, moradias, atividades de lazer e turismo), a avaliação da aptidão agrícola das terras, a avaliação das áreas prioritárias de intervenção e informações constantes nos questionários do levantamento socioeconômico. A área zoneada tem um raio de 1000 m em torno do reservatório a partir da cota máxima de inundação, sendo os primeiros 100 m de APP (BRASIL, 2002, Resolução CONAMA Nº302) e os 900m restantes denominados de Zona de Transição. Para essa Zona foram apresentadas diretrizes de uso e restrições, mas cujas efetivações dependerão da articulação e rigidez do poder público articulado a demais atores envolvidos.

O macro zoneamento foi definido nos seguintes níveis: nível crítico para a área do reservatório e APP (apresenta restrições para todas as atividades nela desenvolvidas); nível elevado para áreas especiais do ponto de vista dos recursos hídricos e geológicos; nível moderado para áreas de usos múltiplos; e nível baixo, para áreas com forte alteração das condições naturais e não diretamente relacionadas ao sistema hidrogeológico (apresenta menores restrições).

5.1.2.1. Definição das áreas prioritárias de intervenção

Com a identificação das áreas mais frágeis para a conservação das águas do reservatório, definiu-se as áreas prioritárias de intervenção. Em discussões realizadas na empresa, para cada um dos parâmetros analisados no zoneamento foi definida a necessidade de intervenção, visando à manutenção da qualidade das águas do reservatório. A classificação foi a seguinte: 1 para muito baixa, 2 para baixa, 3 para média, 4 para alta e 5 para muito alta necessidade de intervenção. Por exemplo, 5 seria dado a áreas ambientalmente frágeis.

5.1.2.2. Metodologia AHP para zoneamento das variáveis

Com essa classificação realizada, utilizou-se o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para a ponderação de pesos com múltiplos critérios. Cada um dos membros da empresa preencheu uma tabela comparativa da importância relativa entre as variáveis consideradas: distância à APP de nascentes, distância à APP de recursos hídricos, distância à APP do reservatório, declividade, distância às estradas pavimentadas, distância às estradas não pavimentadas, tipo de solo, aptidão agrícola, distância a centros urbanos.

A comparação é feita par a par, cruzando-se as linhas da tabela com as colunas. Com as tabelas preenchidas, realizou-se uma matriz de comparação pareada, a partir da qual foram realizados os cálculos seguintes da metodologia AHP. Assim, a partir da nota final de fragilidade calculada, foram gerados modelos numéricos do terreno para cada variável (Anexo C).

Todos os parâmetros considerados e mapas gerados, utilizando-se SIG, tiveram suas informações cruzadas e resultaram no mapa de Zoneamento Ambiental para o entorno do Reservatório Engenho Maranhão (Anexo D).

5.1.3 Base de dados geoespaciais

A base de dados geoespaciais é composta por mapas, imagens georreferenciadas, tabelas de atributos que constituem o banco de dados levantados e utilizados na elaboração do PACUERA. Os levantamentos foram realizados a partir de outras fontes, como o Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE), ou o Plano Hidroambiental da Bacia do Rio Ipojuca (PHA - Ipojuca), ou a partir de dados coletados a campo.

As atividades do estágio nesta fase se resumiram a auxiliar no levantamento de dados cartográficos, realizar tabela de acompanhamento de mapas obtidos, a serem encontrados ou elaborados, auxiliar na correta classificação e interpretação de mapas de solos.

5.1.4 Definição do potencial e diretrizes de uso do reservatório

Nesta etapa, foram relacionados os dados socioeconômicos levantados no diagnóstico com as definições do zoneamento ambiental. Desta forma, foram propostas as diretrizes de uso e ocupação do solo de forma a considerar o uso racional e sustentável do seu entorno. A avaliação comparada das tendências regionais com as potencialidades identificadas levou à proposição de atividades positivas para o desenvolvimento local e regional a partir do reservatório. Com vistas à manutenção da qualidade e quantidade da água, buscou-se adequar conflitos existentes identificados.

Como atividade do estágio, além da participação em discussões, foi realizado o estudo a respeito de alguns conflitos. Maior ênfase foi dada à vinhaça, produzida e utilizada de forma considerável na região. Apesar do impacto ambiental que pode causar nas águas, apresenta um enorme potencial para diversos usos, dentre eles fertirrigação, combustão, produção de levedura, usos na construção civil e fabricação de ração animal (Corazza, 2006).

5.1.5 Programas ambientais

Os efeitos ambientais resultantes das alterações de uso do solo deverão ser monitoradas e avaliados através dos programas ambientais. Os programas foram os seguintes: (1) Programa de Acompanhamento de Saneamento Básico das Zonas Contempladas com o Plano de Conservação e Uso, (2) Programa de Educação Ambiental, (3) Programa de Comunicação e Mobilização, (4) Programa de Monitoramento de Áreas com Vulnerabilidade Ambiental, (5) Programa de Monitoramento das Condições Limnológicas e (6) Programa de Restauração Florestal.

Para cada um dos seis programas ambientais elaborados pela empresa, foram descritos os seguintes itens: (i) levantamento da legislação aplicável e dos requisitos legais; (ii) impactos e medidas a que se relacionam; (iii) plano de ação e sua metodologia, (iv) técnicas e instrumentações a serem empregadas; (v) procedimentos de acompanhamento e os indicadores específicos a serem utilizados para avaliar a evolução da qualidade ambiental; (vi) recursos humanos e materiais necessários à sua execução; (vii) sua interação com outros programas e (viii) o cronograma previsto.

No plano de reflorestamento, por exemplo, para o qual houve contribuição por parte da estagiária, foi realizado um levantamento das espécies a serem utilizadas para reflorestamento e dos pontos a serem reflorestados.

5.2. Outras atividades

5.2.1 Serviços de Licenciamento Ambiental para GEFCO Logística do Brasil

A GEFCO é uma empresa privada de logística industrial de origem europeia. A Polar foi contratada para a prestação de serviços a duas de suas filiais, ambas no Estado do Rio Grande do Sul, situadas nos municípios de Guaíba e de Rio Grande.

A de Guaíba entraria em fase de expansão e, para tanto, necessitava de uma Licença Prévia. Por haver vegetação a ser suprimida, foi realizado um laudo de cobertura vegetal para uma posterior análise de compensação. A vegetação se encontrava em estágio inicial e médio de regeneração. A estagiária auxiliou na identificação de algumas espécies através de fotos tiradas a campo pela equipe da Empresa.

Em Rio Grande, a Gefco gerencia uma Plataforma Logística na área portuária. A Licença Prévia foi submetida à análise na Fepam, e produtos foram elaborados para a solicitação da Licença de Instalação. A estagiária auxiliou em pesquisas referenciais e na elaboração de alguns documentos para a solicitação da isenção de licenças.

5.2.2 Estudo oceanográfico e EIA/RIMA do Sistema de Disposição Final Oceânica (SDO) dos efluentes tratados, Sul da Ilha de Florianópolis

A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) prevê a construção de um Sistema de Disposição Oceânica como parte do Sistema de Esgotamento Sanitário da Ilha de Florianópolis. A Polar foi a empresa contratada, então, para realizar o Estudo Oceanográfico e o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do empreendimento.

Simulações da pluma de dispersão oceânica, estudos de locais para a instalação, o comprimento do emissário submarino e os tipos de tratamento prévio a serem realizados no efluente foram alguns dos estudos realizados. Nos meses do estágio, já estava quase finalizado o EIA, e, portanto, a estagiária contribuiu já para o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), auxiliando principalmente em sua diagramação.

6. DISCUSSÃO

As legislações ambientais, como as citadas neste trabalho, são relativamente recentes no país, e há no mercado brasileiro poucas empresas com experiência na elaboração desse tipo de Plano Ambiental. Para o estado de Pernambuco, por exemplo, o PACUERA em questão será o primeiro a ser executado. Esse quesito foi um dos diferenciais para a seleção da Polar no processo licitatório.

O que à primeira vista poderia parecer uma limitação - a elaboração do PACUERA por uma empresa distante da região em que será executado o empreendimento - torna-se pouco importante a partir da compreensão de como se desenvolve esse processo. Os procedimentos adotados estão previstos para as etapas pós-levantamentos primários, esses realizados no início do processo de licenciamento ambiental.

A visão sistêmica desenvolvida ao longo da formação acadêmica do Engenheiro Agrônomo permite uma avaliação holística de diferentes realidades. Além disso, a

articulação de conhecimentos em diversos temas, como solos, cultivos, meteorologia e climatologia, fauna e flora, mesmo tendo sido adquiridos em realidade e bioma específicos, permite analisar e compreender quaisquer condições locais. A partir de estudos e dados históricos, é possível desenhar medidas de melhoria da qualidade ambiental, pensar em estratégias para a redução de impactos e melhorar o aproveitamento dos recursos disponíveis.

A atividade de zoneamento requer a integração de diferentes áreas temáticas do conhecimento, como solos, água, uso da terra, geomorfologia, agricultura, questões socioeconômicas etc. O agrônomo tem o papel de entender o meio e suas características intrínsecas, relacionar os diferentes componentes socioambientais e, a partir da observação das inter-relações, resolver a importância das diretrizes e potencialidades de uso do solo. Mas ressalta-se que é essencial a equipe ser multidisciplinar para trabalhos como esse - nenhuma faculdade do conhecimento abrange toda a complexidade dos sistemas naturais juntamente com o componente antrópico.

Os procedimentos adotados, já estabelecidos no Plano de Trabalho, foram adequados e eficientes. É questionável a exequibilidade do PACUERA, por haver diversos atores envolvidos e afetados, e também o fato de o estudo ter sido realizado para um raio de 1000m no entorno do reservatório. É sugerido que a bacia hidrográfica seja considerada como a unidade básica de planejamento territorial e de gestão dos recursos hídricos (WMO, 1992; Pernambuco, 1997, Lei Estadual Nº11.426), e seria adequado se assim fosse previsto na legislação ou pelo menos adotado pelos órgãos ambientais.

Em relação aos dados levantados, verifica-se a desordem territorial histórica, o enorme déficit de APP, a vulnerabilidade e qualidade atual dos recursos hídricos e até mesmo a situação de comunidades sujeitas a esse meio e em consonância com ele, muitas vezes sem assistência, sem saneamento básico ou sem informações a respeito do impacto que podem estar causando. Como a preocupação ambiental é assunto relativamente recente no Brasil, pode-se crer que caminhamos no sentido do esclarecimento e do respeito aos recursos naturais.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A possibilidade de estagiar em um projeto desta magnitude e com uma equipe multidisciplinar competente agregam à experiência profissional de um estudante. Além disso, conseguir organizar a carga horária para que a atividade de estágio seja desenvolvida ao longo de cinco meses é importante para viabilizar um acompanhamento menos fragmentado de processos. No caso, apenas a consulta pública e as etapas de finalização posteriores a ela não puderam ser acompanhadas. A Polar, assim como o Engenheiro Agrônomo Diego Silva, orientador e supervisor técnico, mostraram competência e profissionalismo ao assumir e realizar um Plano Ambiental dessa dimensão. Profissionais recém formados talvez dêem preferência a projetos menores e mais factíveis de execução, em que a interferência de importantes atores envolvidos não seja um dificultante.

É interessante trabalhar em uma realidade diferente da qual se está acostumado. O Brasil e sua diversidade impressionam, com projetos governamentais para realidades sociais e ambientais antes desconhecidas - como o Programa Chapéu de Palha, ou mesmo a banalidade da intermitência dos rios. O curso de Agronomia dá uma base para a atuação em diferentes realidades, mas questões referentes ao processo licenciatório ainda são ensinadas de forma introdutória e insuficiente para um profissional que atuará na área. Nesse sentido, o estágio foi essencial no esclarecimento da realidade do processo e de perspectivas de atuação.

Planos ambientais como esse são caros, de difícil execução e servem para mitigar grandes impactos, prevenir problemas e corrigir outros já existentes. Parece-me mais efetivo e razoável trabalhar para um bom planejamento territorial, com a manutenção de APPs e com o uso racional e sustentável dos recursos naturais. Dessa forma evita-se gastos excessivos - humanos, financeiros e ambientais – para corrigir erros do passado.

Com a experiência do estágio, pode-se constatar as dificuldades pelas quais passa um estudante que necessita conciliar essa atividade com as disciplinas a serem cursadas. Soma-se a isto a falta de auxílio financeiro por parte da empresa na qual o estágio é realizado que poderia, pelo menos, subsidiar o transporte e a alimentação, valorizando o trabalho do estudante como um todo. Apesar desta remuneração não ser uma exigência legal, deveria ser incentivado pela Faculdade de Agronomia, ao invés de ter sido aceita como uma prática recorrente.

REFERÊNCIAS

ABF - ENGENHARIA, SERVIÇOS E COMÉRCIO. Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA – para a Barragem do Rio Ipojuca Engenho Maranhão, localizada no município de Ipojuca-PE. Recife, 2011. v.1.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas Brasil : abastecimento urbano de água : panorama nacional / Agência Nacional de Águas; Engecorps/Cobrape. — Brasília : ANA : Engecorps/Cobrape, 2010. 2 v. : il.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS(ANA). Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2016 / Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2016. 95 p. : il.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA - APAC. Bacias Hidrográficas – Rio Ipojuca. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução N° 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Publicação DOU n° 090, de 15 de maio de 2002, págs. 67-68, Brasília, DF.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicada no DOU n° 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

BRASIL. GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. Resolução SEMAS, no 01/2015, de 09 de janeiro de 2015. Reconhece como espécies de anfíbios da fauna pernambucana ameaçadas de extinção aquelas constantes da lista oficial e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, 27 de janeiro de 2015.

BRASIL. Lei n° 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Publicação DOU em 2/9/1981, Seção 1, Página 16509.

BRASIL. Lei n° 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Portaria N° 443, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção”. Diário Oficial da União, 18 de dezembro de 2014. Seção 01, p. 110-121.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Portaria N° 444, de 17 de dezembro de 2014. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2014.

BRITO, Fabio L.; ROLIM, M. M.; da SILVA, J. A. A.; PEDROSA, E. M. R. Qualidade do percolado de solos que receberam vinhaça em diferentes doses e tempo de incubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 11, n. 3, p. 318-323, Junho de 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000300012>.

BRITO, Fábio de L.; ROLIM, Mário M.; PEDROSA, Elvira M. R. Efeito da aplicação de vinhaça nas características químicas de solos da zona da mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária) Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 4, n. 4, p. 456-462, 2009. Recife, PE, UFRPE.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO (COMPESA). Programa de Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, v. 2 – Safra 2015/16, n. 2 - Segundo Levantamento, Brasília, agosto/2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar, v. 3 – Safra 2016/17, n. 3 - Terceiro Levantamento, p.1-74, Brasília, dezembro/2016.

Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB). A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI : cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens / [coordenador, supervisor, Flavio Miguez de Mello ; editor, Corrado Piasentin]. - Rio de Janeiro : CBDB, 2011. 524 p. : il. ; 29 cm.

CORAZZA, Rosana Icassatti. Impactos ambientais da vinhaça: controvérsias científicas e lock-in na fertirrigação? XLIV Congresso da SOBER – “Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento” - Fortaleza, CE, 2006.

CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente. Resultados do Monitoramento de Bacias, Bacia do Rio Ipojuca. Mapa com classificação da qualidade das águas. 2017.

Da SILVA, Mellissa A. S. da; GRIEBELER, Nori P.; BORGES, Lino C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p.108-114, Fevereiro 2007.

Da SILVA, Aletéia P. M. da; BONO, José A. M.; PEREIRA, Francisco de A. R.. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.18, n.1, p.38-43, Janeiro 2014a.

DA SILVA, Wellington P.; DE ALMEIDA, Ceres D. G. C; ROLIM, Mario M.; SILVA, Ênio F. de F.; PEDROSA, Elvira, M. R., SILVA, Vambert, G. F. Monitoramento da

salinidade de águas subterrâneas em várzea cultivada com cana-de-açúcar fertirrigada com vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.18, n.4, p.394-401, Abril 2014b.

DE SOUZA, J. K. C.; MESQUITA, F. O.; NETO, J. D.; DE SOUZA, M. M. A.; FARIAS, C. H. A.; MENDES, H. C.; NUNES, R. M. A. Fertirrigação com vinhaça na produção de cana-de-açúcar. **Revista ACSA**. V. 11, n. 2, p. 7-12, abr – jun, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Mapa de Aptidão Agroecológica. In: Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE), 2000. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2012. Estudos e Pesquisas, Informação Geográfica número 9. 350 p. : il. Rio de Janeiro, IBGE. ISBN: 9788524042478.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual Técnico de Uso da Terra. 3a edição. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro, 2013. INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE - IUCN. Red list of threatened species, version 2016.1.

KÖPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 479p. 1948.

LYRA, M. R. C. C., ROLIM, M. M., SILVA, J. A. A. da. Topossequência de solos fertirrigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.3, p.525-532, 2003.

PERNAMBUCO - AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO (CONDEPE/FIDEM). Caracterização do Território. 2005.

PERNAMBUCO - Secretaria de Recursos Hídricos. Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Ipojuca: Tomo I - Diagnóstico Hidroambiental – Volume 01/03 / Projetos Técnicos. Recife, 2010a. 339p. : il.

PERNAMBUCO - Secretaria de Recursos Hídricos. Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do rio Ipojuca: Tomo I - Diagnóstico Hidroambiental – Volume 02/03 / Projetos Técnicos. Recife, 2010b. 189p. : il.

PERNAMBUCO - Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco - (CONDEPE/FIDEM). Bacias Hidrográficas de Pernambuco: estudo regional de ações estruturadoras na unidade de planejamento hídrico do rio Ipojuca. Recife, 2011. 60 p.: il.

POLAR - Inteligência em Meio Ambiente Ltda. Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA) – Barragem Engenho Maranhão. Ipojuca, Pernambuco. 2017.

ROLIM, Mário M.; LYRA, Marília Regina C. C.; DUARTE, Anamaria S.; de MEDEIROS, Pedro R. F.; SILVA, Ênio F. F.; PEDROSA, Elvira M. R. Influência de uma lagoa de distribuição de vinhaça na qualidade da água freática. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p.155-171, Abril de 2013.

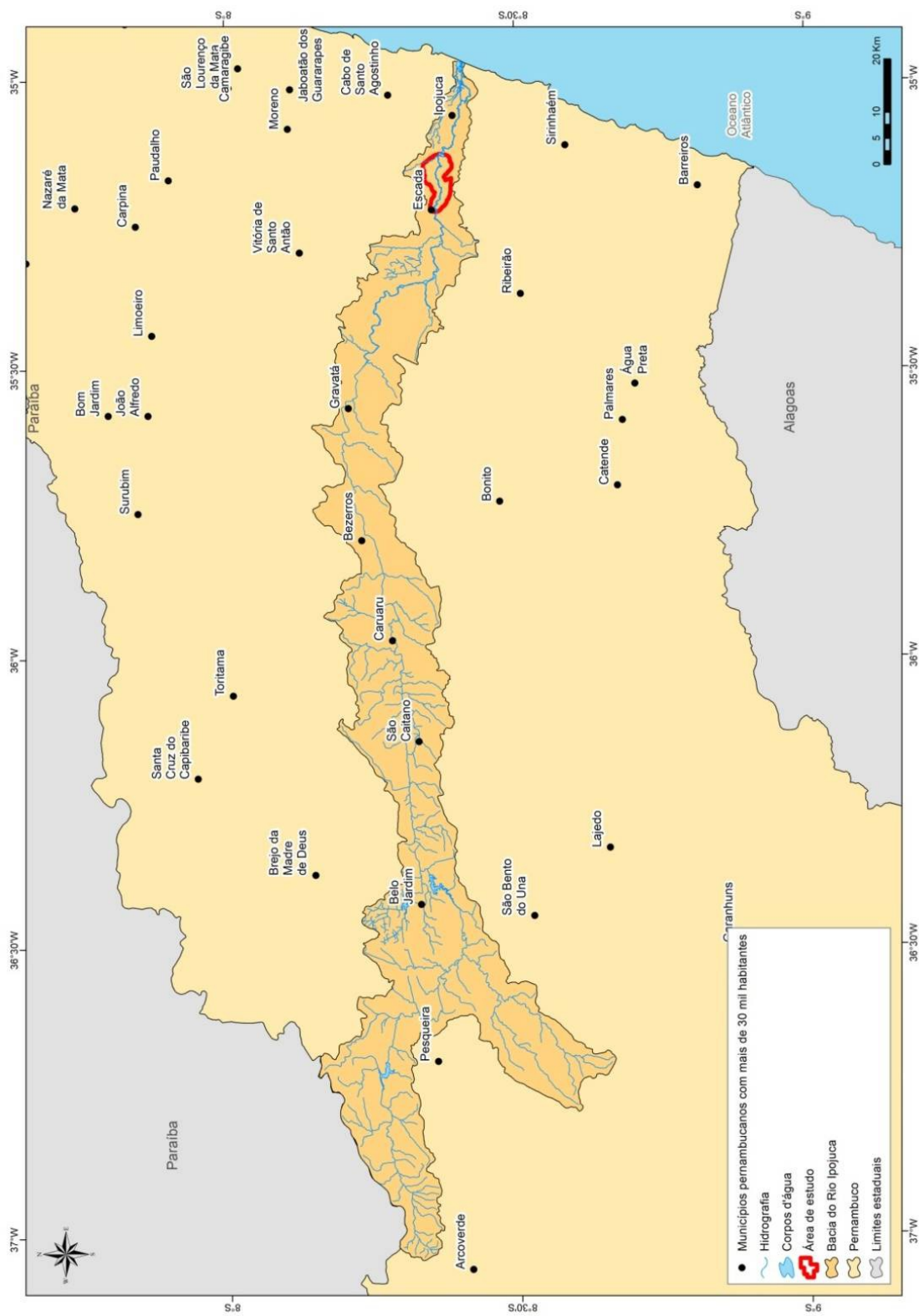
VICENTE, Thais F. da S. et al . Relações de atributos do solo e estabilidade de agregados em canaviais com e sem vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 11, p.1215-1222, Nov.2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012001100010>.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). The Dublin Statement on Water and Sustainable Development. Report of the Conference: *International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century*. 26-31 January 1992. Dublin, Ireland.

APÊNDICE A - Levantamento preliminar de legislação aplicável ao licenciamento ambiental e à execução de planos ambientais.

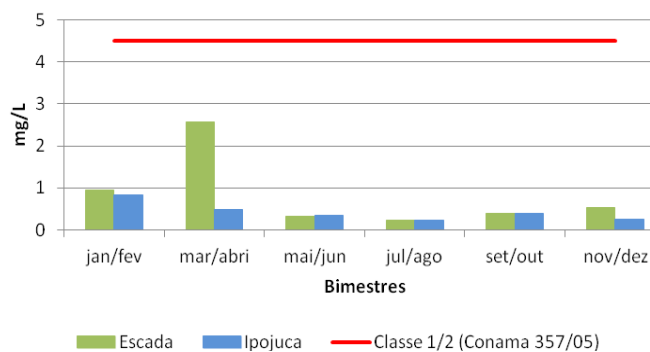
Legislação / ano de publicação	Conteúdo
Lei Nº 12.651 / 2012	Novo Código Florestal.
Lei Nº 9.985 / 2000	Estabelece a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e trata das zonas de amortecimento.
Lei Nº 9.433 / 1997	Política Nacional de Recursos Hídricos.
Lei Nº 11.426/97 e Decreto Nº 20.423/98	Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco.
Lei Nº 6.938 / 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituiu pela primeira vez o licenciamento ambiental no Brasil.
Lei Nº 5.197 / 1967 e suas modificações	Lei de Proteção à Fauna.
Decreto-Lei Nº 25 / 1937	Criação do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (hoje IPHAN).
Decreto Nº 24.643 / 1934	Código de águas.
Resolução CONAMA Nº 428 / 2010	Unidades de conservação e zonas de amortecimento.
Resolução CONAMA Nº 357 / 2005	Enquadramento de corpos hídricos e padrões de qualidade da água.
Resolução CONAMA Nº 302 / 2002	Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de APP de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.
Resolução CONAMA Nº 237 / 1997	Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental, estabelece a exigência de licenciamento para barragens e diques.
Resolução CONAMA Nº 06 / 1987	Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras no setor de geração de energia elétrica.
Resolução CONAMA Nº 01 / 1986	Estabelece as diretrizes gerais de EIA/RIMA e passa a exigir o licenciamento ambiental de barragens.

ANEXO A – Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca e localização da área de estudo, Barragem Engenho Maranhão (Polar, 2017).

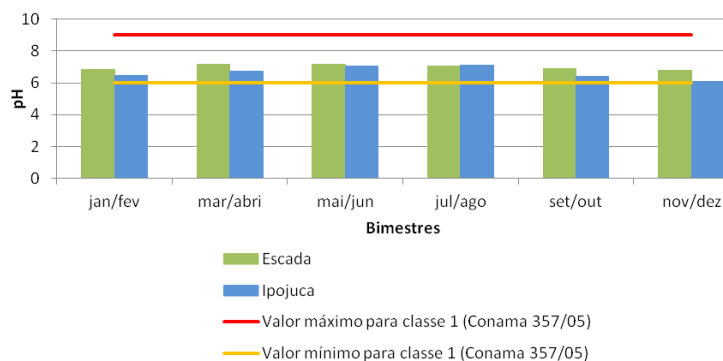


ANEXO B – Índices mensais médios da qualidade da água de 2004 a 2013 em pontos amostrais coletados pelo CPRH (Polar, 2017).

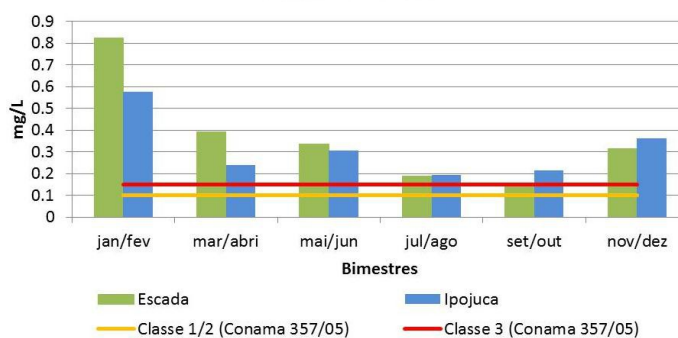
Amônia



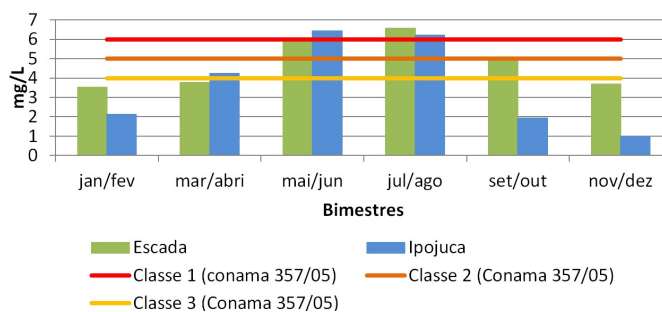
pH



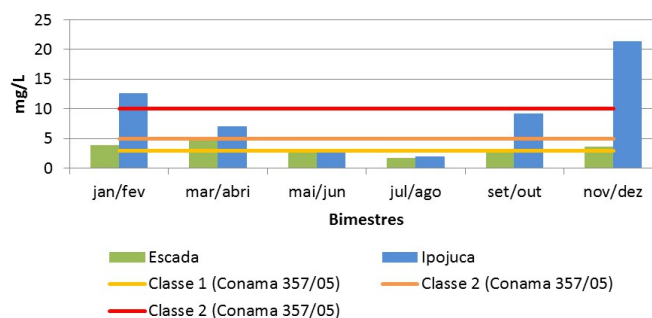
Fósforo Total



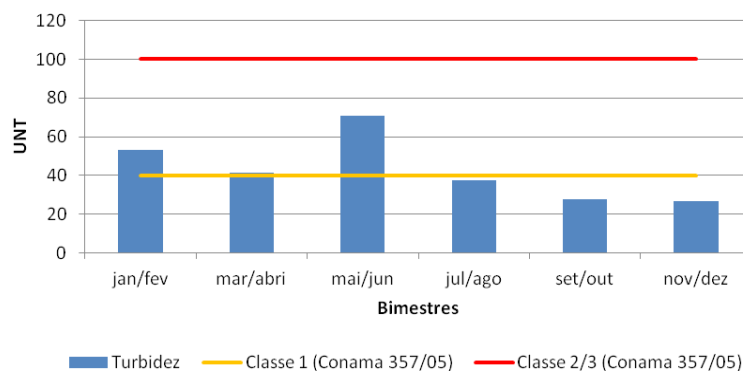
Oxigênio Dissolvido (OD)



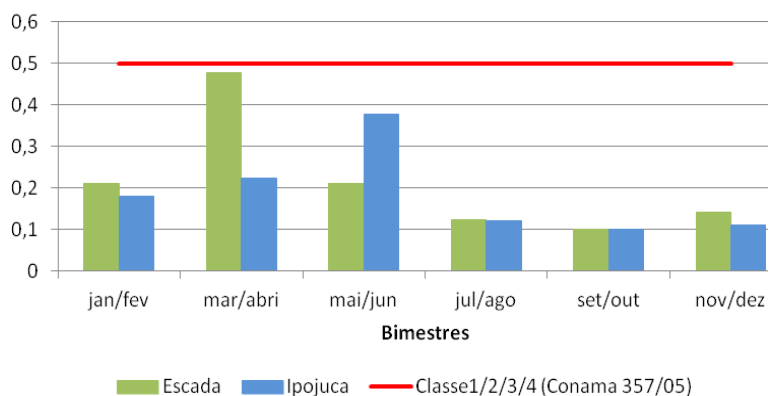
DBO



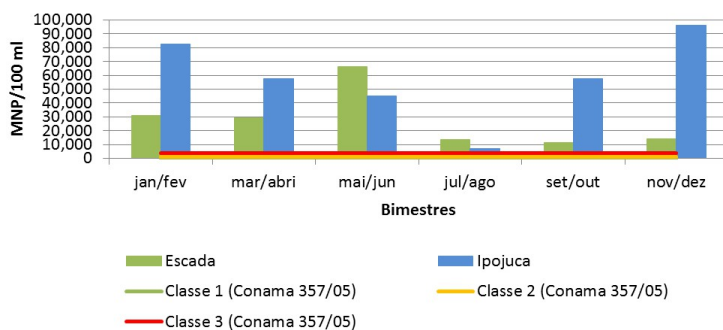
Turbidez



Salinidade

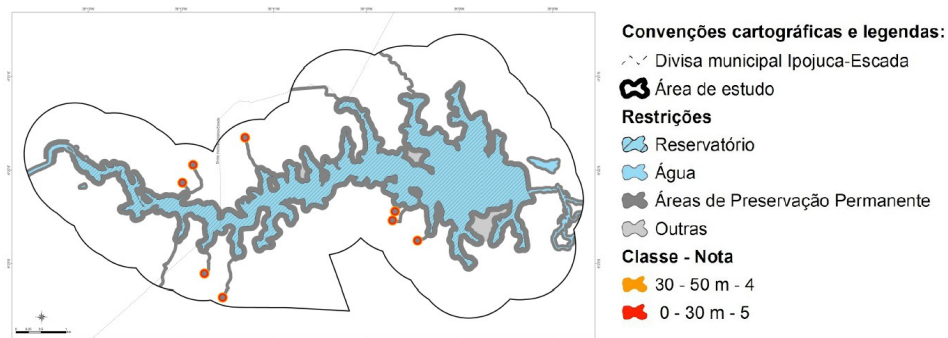


Coliformes termotolerantes

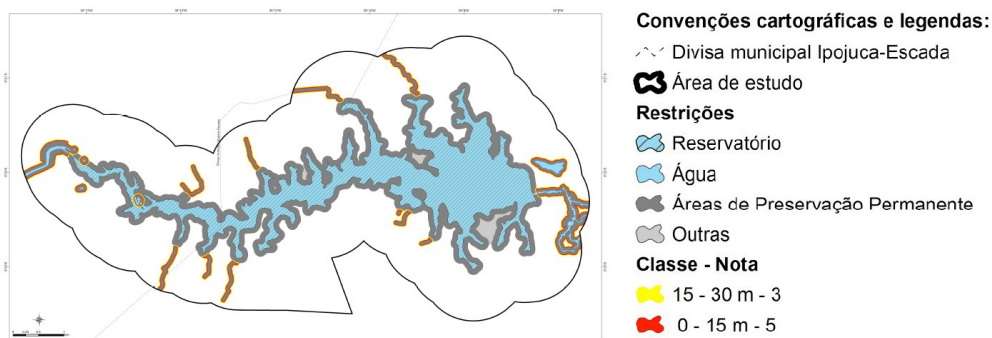


ANEXO C – Variáveis utilizadas na metodologia AHP como base para o zoneamento ambiental (Polar, 2017).

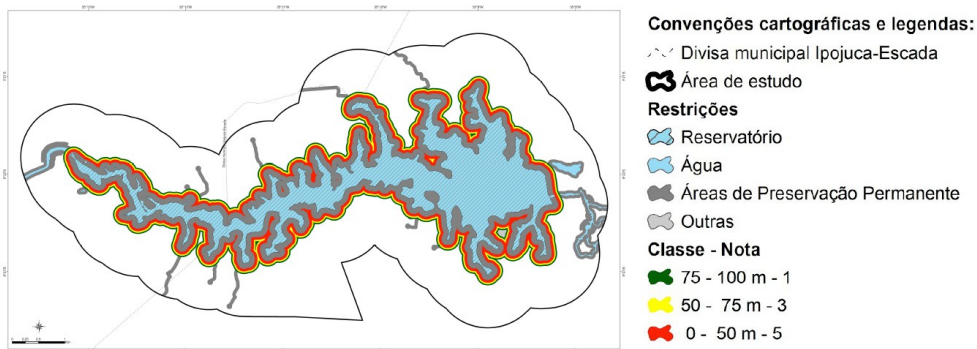
Variável 1: Distância de APP de nascentes.



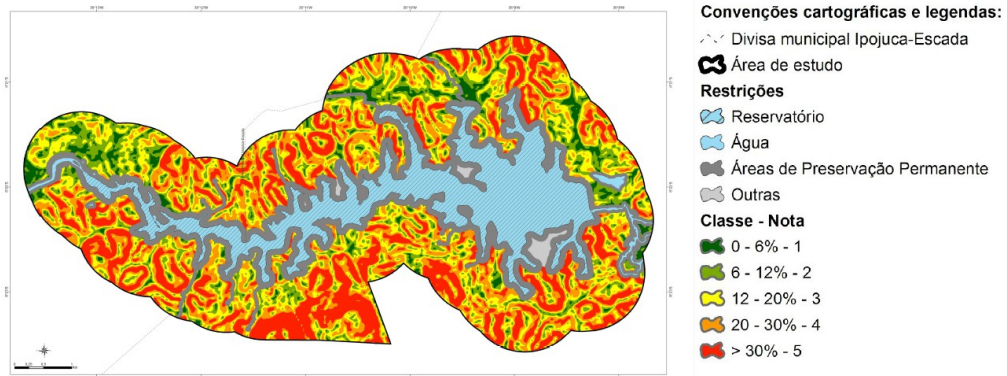
Variável 2: Distância de APP de cursos d'água.



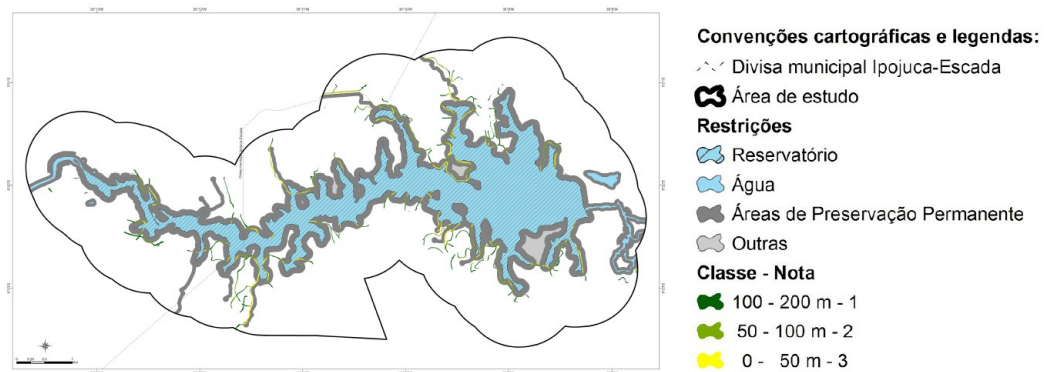
Variável 3: Distância de APP do reservatório.



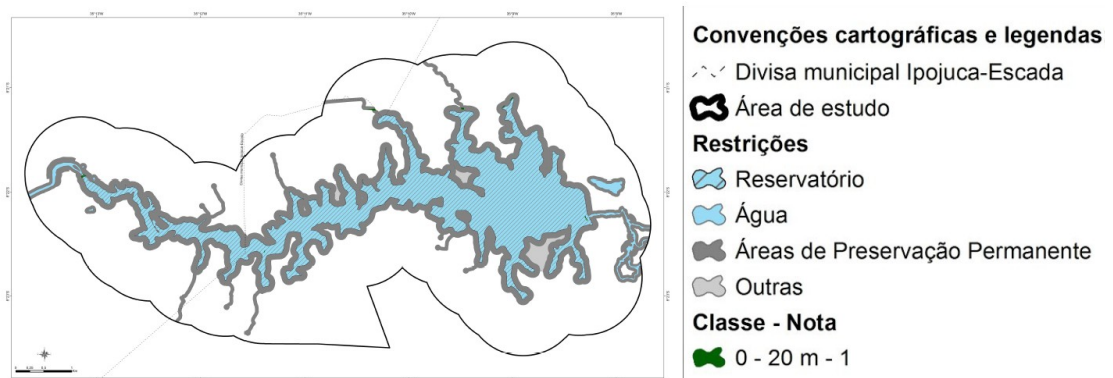
Variável 4: Declividade.



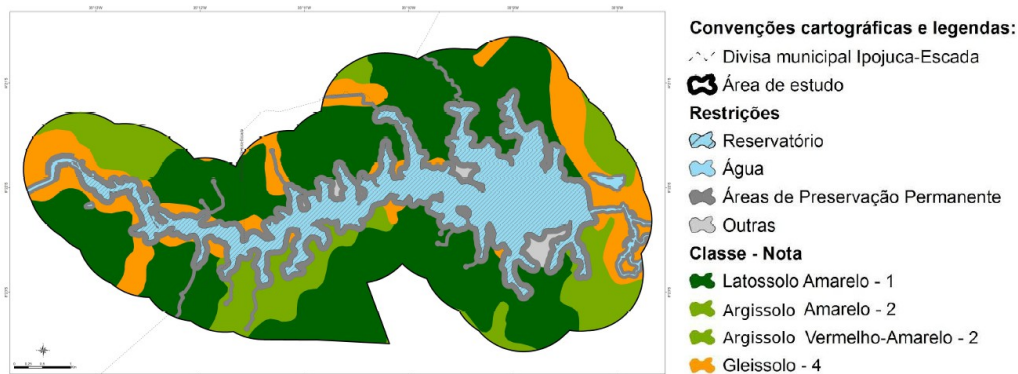
Variável 5: Distância entre estradas não pavimentadas.



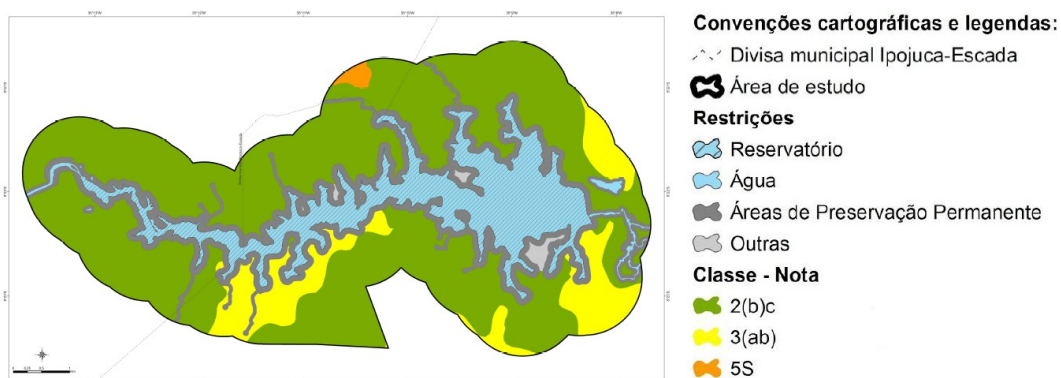
Variável 6: Distância entre estradas pavimentadas.



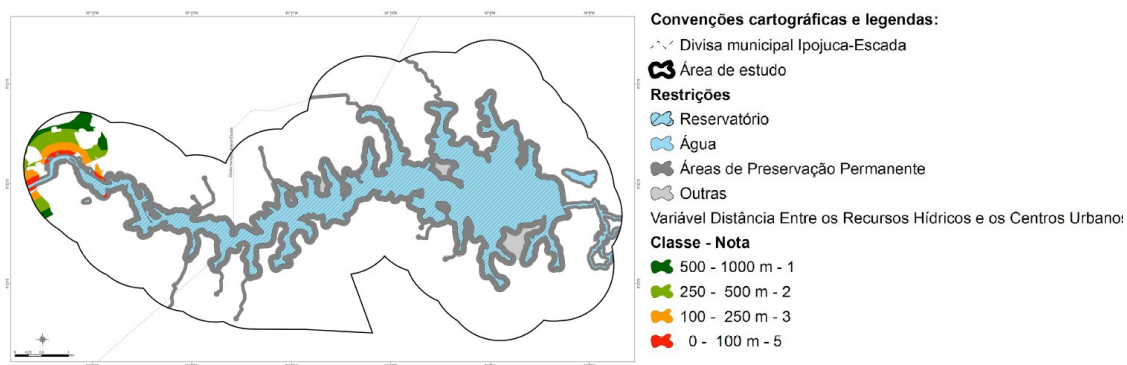
Variável 7: Tipo de solos.



Variável 8: Potencial agrícola.



Variável 9: Distância entre os recursos hídricos e os centros urbanos.



ANEXO D – Mapa de Zoneamento Ambiental realizado no PACUERA (Polar, 2017).

