

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

MICHELE BORGES TAVARES DE CÂNDIDO

**A PISCICULTURA COMO ALTERNATIVA DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL EM
MÓDULOS DE LAVRA DE AREIA MINERADOS EM ARARANGUÁ, SC**

CRICIÚMA

2016

MICHELE BORGES TAVARES DE CÂNDIDO

**A PISCICULTURA COMO ALTERNATIVA DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL EM
MÓDULOS DE LAVRA DE AREIA MINERADOS EM ARARANGUÁ, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado para obtenção do grau de
Engenheira Ambiental no curso de
Engenharia Ambiental da Universidade do
Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. M.Sc Gustavo José
Deibler Zambrano

CRICIÚMA

2016

MICHELE BORGES TAVARES DE CÂNDIDO

**A PISCICULTURA COMO ALTERNATIVA DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL EM
MÓDULOS DE LAVRA DE AREIA MINERADOS EM ARARANGUÁ, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenharia Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Restauração de ambientes alterados e recuperação de áreas degradadas.

Criciúma, 1º de dezembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.Sc Gustavo José Deibler Zambrano – (UNESC) – Orientador

Prof. M.Sc Jader Lima Pereira – Mestre – (UNESC)

Prof. M.Sc José Carlos Virtuoso – Mestre – (UNESC)

Dedico este trabalho àqueles que estiveram sempre ao meu lado, orando por mim, dando-me força, apoio e amor: ao meu esposo André Luis e aos meus pais, José Edio e Auria.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada, pois reconheço que sem ele nada sou.

Ao meu esposo André Luis, pessoa com quem amo partilhar a vida e que é o responsável pela realização deste sonho, me dando todo apoio e suporte em busca dos meus objetivos. Obrigado pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me dar seu colo amigo para eu desabafar na correria de cada semestre.

Aos meus pais José Edio e Auria sempre me auxiliando e incentivando, principalmente nos momentos de desânimo, e por todos os conselhos que resultaram na formação do meu caráter.

Aos meus Pastores Michel e Francine pelo apoio, pelos momentos de orações juntos pela companhia e amizade, ouvindo desabafos e me apoiando nessa reta final de graduação.

Ao professor e orientador, Gustavo José Deibler Zambrano, pela paciência e dedicação na minha orientação, por sempre estar disponível para esclarecimento de dúvidas sobre o estudo, sempre me incentivando, tornando possível a conclusão deste trabalho.

Aos professores, Jader Lima Pereira e José Carlos Virtuoso, por aceitarem serem avaliadores deste trabalho, e aos outros professores do curso que foram tão importantes na minha vida acadêmica.

Ao Senhor José Luiz Eckert, pela oportunidade de estágio concedida.

A todos meus amigos e familiares, que reclamaram da minha ausência, mas que sempre torceram pela minha conquista, e que de alguma forma contribuíram para que esse objetivo fosse alcançado.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.

**As grandes ideias surgem da
observação dos pequenos detalhes.**

Augusto Cury

RESUMO

Atualmente, a indústria mineral de areia em virtude de políticas conservacionistas e das crescentes exigências sociais, busca enquadrar o setor nos modelos de sustentabilidade socioambiental. Para tal, conta com complexos sistemas de gestão ambiental que possibilitam a criação de condições adequadas ao uso futuro da área explorada. Entre as diversas alternativas de reabilitação ambiental para as cavas inundadas resultantes da lavra a céu aberto, a aquicultura sob o enfoque da piscicultura vem destacando-se no Brasil e no mundo. Assim, o presente trabalho consiste em um estudo de viabilidade e análise preliminar das alternativas viáveis para implantação da piscicultura em áreas de mineração de areia localizada no município de Araranguá. A proposta objetiva a reutilização sustentável das cavas, vislumbrando não só a reabilitação da área como também transforma-la em fonte de lazer à comunidade e circunvizinhas. Em síntese, as alternativas de piscicultura passíveis de reabilitação, devem considerar os condicionantes naturais, biológicos e físico químicos da área em estudo. Assim, a fim de dar veracidade à viabilidade da piscicultura desenvolveu-se a pesquisa quantitativa, por meio da seleção e coleta de parâmetros físico químicos, a saber, oxigênio dissolvido, transparência, amônia, temperatura e posterior comparação com manuais do SEBRAE, EPAGRI, CODEVASF, e CEPLAC para criação de peixes em viveiros e espécies adaptáveis à região analisada. O prognóstico envolveu a coleta de dados, a elaboração de planilhas e gráficos, objetivando o enquadramento da lagoa em estudo diante padrões coletados em bibliografias, para ratificar a viabilidade de piscicultura. O resultado indica a viabilidade das cavas em questão para um sistema extensivo de produção de *Oreochromis niloticus* (tilápia) com intuito de lazer e esporte.

Palavras-chave: Qualidade da água; Limnologia; Peixes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Situação ilustrativa dos processos de recuperação, restauração e reabilitação.....	23
Figura 2 – Principais etapas do metabolismo de um ecossistema.....	32
Figura 3 – Cadeia alimentar.....	33
Figura 4 - Ilustração da radiação determinando a zona eufótica da afótica.....	34
Figura 5 – Anatomia e órgãos do peixe.....	43
Figura 6 – viveiro barragem (a); viveiros escavados (b).....	50
Figura 7 – Viveiro após serem escavados.....	50
Figura 8 – Tanque rede.....	51
Figura 9 – Aeradores em forma de pás.....	54
Figura 10 – Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>) adulto.....	60
Figura 11 – Carpa comum (<i>Cyprinus carpio</i>) adulta (a); variedade espelho (b) variedade escama.....	61
Figura 12 – Tilápia adulta (b); Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) (a) Tilápia vermelha (Linhagem híbrida do cruzamento de <i>O. Niloticus</i> e <i>O. Mossambicus</i>).	62
Figura 13 – Jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>) adulto.....	63
Figura 14 – Fluxograma de metodologia.....	66
Figura 15 – Método de extração mineral a de lavra a céu aberto por dragagem de areia.....	68
Figura 16 – Localização da cava (lagoa) em estudo.....	69
Figura 17 – Precipitação total (mm). A escala colorimétrica indica o trimestre de precipitação indica o trimestre de precipitação mais elevada bem como menos elevada.....	76
Figura 18 – Cava em estudo.....	77
Figura 19 – Classificação dos Cursos de Água.....	81
Figura 20 – Localização estação de coleta.....	82
Figura 21 – Temperatura em relação às amostras.....	83
Figura 22 – Transparência em relação à amostra.....	85
Figura 23 – O.D. em relação a amostras.....	86
Figura 24 – ph em relação as amostras.....	88
Figura 25 – Amônia em relação às amostras.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição das principais etapas da mineração	18
Tabela 2 – Usos posteriores mencionados em PRADs da RMR.....	24
Tabela 3 – Normas legais pertinentes à exploração mineral.....	29
Tabela 4 – Temperatura, Precipitação, Umidade e Evaporação	74
Tabela 5 – Nebulosidade, Insolação, Pressão, Velocidade e Direção dos Ventos. ..	75
Tabela 7 – Análise da temperatura em relação ao ideal para piscicultura	83
Tabela 8 – Parâmetro transparência em conformidade com manuais.	84
Tabela 9 – Análise do oxigênio dissolvido em relação ao ideal para piscicultura.....	86
Tabela 10 – Parâmetro ph em conformidade com manuais.....	88
Tabela 11 – Parâmetro amônia em relação aos intervalos de sobrevivência de peixes.....	89
Tabela 12 – Características dos sistemas de criação de peixes.....	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agencia Nacional de Águas
BRDE	Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CODEVASF	Companhia De Desenvolvimento Dos Vales São Francisco
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual Do Meio Ambiente
CPRH	Companhia Pernambucana do Meio Ambiente
DBO	Demanda Biológica de oxigênio
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ECL	Estação Coleta Lagoa
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPAGRI	Empresa De Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural De Santa Catarina
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBEGE	Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
IN	Instrução Normativa
LAI/LI	Licença Ambiental de Instalação
LAO/LO	Licença Ambiental de Operação
LAP/LP	Licença Ambiental Prévia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
NH ₃	Amoníaco Ou Amônia
NH ₄ ⁺	Cátion Amônio
NO ₃	Nitrato
NRM	Norma Reguladora de Mineração
OD	Oxigênio Dissolvido

PCA	Plano de Controle Ambiental
PIB	Produto Interno Bruto
PRAD	Plano Recuperação de Área Degradada
RCA	Relatório Conformidade Ambiental
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RMR	Região Metropolitana do Recife
SC	Santa Catarina
SEBRAE	Serviço Brasileiro De Apoio Às Micro E Pequenas Empresas
SFPA	Superintendência Federal da Pesca e Aquicultura
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
UFTPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 ATIVIDADE DE MINERAÇÃO.....	16
2.2 MÉTODOS E FASES DE LAVRA	17
2.3 DEGRADAÇÃO RELACIONADA AOS CONCEITOS DE RECUPERAÇÃO, RESTAURAÇÃO E REABILITAÇÃO.....	19
2.4 PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA (PRAD)	26
2.5 ASPECTOS LEGAIS.....	27
3 LIMNOLOGIA	30
3.1 METABOLISMO ECOSSISTEMA AQUÁTICO.....	31
3.2 RADIAÇÃO NA SUPERFÍCIE DOS CORPOS D'ÁGUA.....	33
3.3 PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO LIMINOLÓGICA.....	35
3.3.1 Temperatura	35
3.3.2 Turbidez	35
3.3.3 Condutividade	35
3.3.4 Cor Aparente	36
3.3.5 Fosfatos	36
3.3.6 Demanda química de oxigênio	36
3.3.7 Demanda bioquímica de oxigênio	37
3.3.8 Nitrato	37
3.3.9 Nitrito	37
3.3.10 Nitrogênio amoniacal	37
3.3.11 Sólidos totais dissolvidos	38
3.3.12 Oxigênio dissolvido	38
3.3.13 PH	38
3.3.14 Macrófitas Aquáticas	39
4 AQUICULTURA: PISCICULTURA	40
4.1 ANATOMIA DO PEIXE.....	42
4.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DOS PEIXES.....	43
4.2.1 Respiração	44
4.2.2 Alimentação	44
4.2.3 Reprodução	45

4.2.4 Excreção fetal	45
4.3 SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	46
4.4 CARACTERÍSTICAS PARA PISCICULTURA EM VIVEIROS	47
4.4.1 Clima.....	47
4.4.2 Topografia.....	48
4.4.3 Solo.....	48
4.5.4 Quantidade de água	48
4.4.5 Adubação	49
4.5 TIPOS DE INSTALAÇÃO	49
4.5.1 Viveiros	49
4.5.2 Tanques.....	50
4.5.3 Tanques redes	51
4.5.4 Derivação	52
4.5.5 Dimensões	52
4.5.6 Taludes.....	52
4.5.7 Profundidade	52
4.6 AERADORES PARA AERAÇÃO E OXIGENAÇÃO	53
4.7 ÁGUA COMO PARÂMETROS PARA PISCICULTURA	54
4.7.1 Temperatura.....	55
4.7.2 Transparência.....	56
4.7.3 Oxigênio dissolvido	57
4.7.4 PH	58
4.7.5 Amônia	58
4.8 ESCOLHA DA ESPÉCIE E AS MAIS UTILIZADAS NA PISCICULTURA BRASILEIRA	59
4.8.1 Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).....	59
4.8.2 Carpa comum (<i>Cyprinus carpio</i>).....	60
4.8.3 Tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	61
4.8.4 Jundiá (<i>Rhamdia quelen</i>).....	62
4.9 MONITORAMENTO	63
5 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL A PISCICULTURA	64
5.1 OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS	64
5.2 LICENCIAMENTO AMBIENTAL.....	64
5.3 REGISTRO DE AQUICULTOR	65

6 METODOLOGIA	66
6.1 REVISÃO NA LITERATURA	67
7.1 CARACTERÍSTICAS LOCAIS.....	67
6.2 REABILITAÇÃO VERSUS LIMNOLOGIA E PISCICULTURA.....	69
6.3 PISCICULTURA: PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.....	70
6.5 OBTENÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	71
7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	73
7.2 CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	73
7.3 PRECIPITAÇÃO.....	76
7.4 ESCOLHA DA CAVA EM ESTUDO	77
7.5 TOPOGRAFIA.....	78
7.6 PROFUNDIDADE E VOLUME ÁGUA	78
7.7 SOLOS	79
7.8 RESULTADOS PARÂMETROS DE ÁGUA.....	79
7.8.1 Classificação e Enquadramento dos Corpos Hídricos	80
7.9 TEMPERATURA	82
7.10 TRANSPARÊNCIA.....	84
7.11 OXIGÊNIO DISSOLVIDO.....	86
7.12 PH	87
7.13 AMÔNIA	89
7.14 SISTEMA DE PRODUÇÃO (CRIAÇÃO) E TIPO DE CULTIVO	91
7.15 AERADORES.....	91
7.16 ESCOLHA DA ESPÉCIE.....	92
8 CONCLUSÃO	93
REFERÊNCIAS.....	95

1 INTRODUÇÃO

A mineração possui uma inegável importância no mundo moderno e seu desenvolvimento. Ela está presente em praticamente todos os produtos e subprodutos utilizados pelo homem no seu dia a dia, gerando certa dependência do recurso em referência. A atividade no Brasil é relativamente nova, se comparada a outros países, como Estados Unidos, Canadá, Austrália e África do Sul, também detentores de grandes reservas minerais (KOPEZINSKI, 2000).

Os Bens Minerais, extraídos e tratados pela Indústria Mineral, são imprescindíveis para a grande maioria dos setores produtivos da economia mundial, possuindo incontáveis usos e aplicações. O desenvolvimento tecnológico para o setor, associado ao crescimento da demanda mundial por tais recursos como resposta às exigências da modernização sócioeconômica, a Indústria Mineral, além de extrair recursos naturais progressivamente, proporciona agressões aos limites de tolerância dos ecossistemas, reprimindo e eliminando espécies de natureza viva, reduzindo, portanto, a biodiversidade (ALTVATER, 1995).

O processo de extração mineral promove profundas alterações no ambiente, sendo capaz de modificar o relevo, a paisagem, os aquíferos, os cursos d'água, a flora, e conseqüentemente, a fauna. A mineração pode ser considerada como um agente estressor, alterando o equilíbrio do ecossistema, que passa a se expressar de maneira anormal. A NBR 13030, específica para mineração, define área degradada como "área com diversos graus de alteração dos fatores bióticos e abióticos, causados pelas atividades de mineração", (ABNT, 1993).

Os processos de retorno a uma condição de equilíbrio podem ser naturais ou por meio da intervenção humana, porém, vale ressaltar a impossibilidade do retorno às condições originais da área explorada. Neste caso, o que se deseja, é a recuperação e a reabilitação das áreas afetadas, tornando-as aptas para o uso sequencial e sustentável após o encerramento da atividade mineral com o início de outra(s) atividade(s) econômica(s) ou até mesmo de subsistência.

O planejamento do uso futuro de uma área pós-minerada deve ser estabelecido de acordo com as potencialidades e limitações naturais da região, englobando os interesses difusos da população local, do governo e da empresa. Diante destes fatos, é possível encontrar na literatura nacional e internacional,

diversas formas de recuperação e alternativas de reabilitação para áreas pós-mineradas. Dentre estes, a piscicultura vem recebendo importância cada vez maior.

A viabilidade de aproveitamento de áreas pós-mineradas na Jazida pertencente ao município de Araranguá SC, para piscicultura representa uma oportunidade de reabilitação de cavas desativadas inundadas não só do município em questão, mas para região do Sul de Santa Catarina como fonte de recreação como pesque pague ou produção de alimentos derivados da aquicultura, piscicultura, integrando a minimização do passivo ambiental com a possibilidade de geração de emprego e renda justificaram a proposição geral desta pesquisa.

Segundo Otchere et. al. (2004) em consonância com os princípios do desenvolvimento sustentável, o uso inovativo de cavas inundadas e barragens de rejeitos para piscicultura comercial, recreacional ou ornamental, pode ser considerado em alguns locais como contribuição significativa à equidade social, vitalidade econômica e à integridade ambiental de comunidades mineiras (circunvizinhança), inclusive àquelas afetadas pelo fechamento das minas (HERRERA, 2006).

Assim, este trabalho tem como objetivo geral a avaliação de viabilidade técnica para implantação de piscicultura como alternativa de uso futuro em módulos (cavas) de lavra de areia desativados. Para alcançar este objetivo, definiram-se os seguintes objetivos específicos: a) Elaborar diagnóstico ambiental regional da área em estudo; b) Selecionar indicadores físico químicos e biológicos de maneira a subsidiar a linha de análise e amostragens necessárias a caracterização limnológica; c) Efetuar com base no diagnóstico ambiental e indicadores limnológicos obtidos, a proposição dos tipos de cultivo e espécies de peixes que terão maior adaptação, resistência e reprodução, visando a viabilidade técnica para implantação da piscicultura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ATIVIDADE DE MINERAÇÃO

A atividade de mineração em si é ancestral, quase tão antiga quanto o homem. Os primeiros minérios eram utilizados para fabricar instrumentos e armas, que se aperfeiçoaram ao longo do tempo como também o leque de minerais empregados (BEI, 2004). Neste sentido, Kopezinski (2000) comenta que a atividade exercida pelo homem é uma fonte de sobrevivência e produção de bens sociais e industriais. Dependendo da época em que se considera, diferenciam-se os tipos de técnicas para a lavra e também o mineral lavrado, juntamente com o conhecimento sobre as reservas existentes.

Por ser tratar de uma atividade muitas vezes onerosa e complexa, a mineração exige certo tipo de planejamento. Nela, deve ser realizada primeiramente a etapa de pesquisa, determinando o indício do minério e sua viabilidade econômica, devendo-se analisar o solo e tipo de rocha, profundidade e teor, para então passar para a etapa da extração (BEI, 2004).

Segundo Pereira (2003, p.6):

Uma jazida mineral é formada pelo minério, que é uma rocha que contém os minerais ou metais interessantes envolvidos por partes estéreis correspondentes às rochas encaixantes. Ele é, por sua vez, formado pelo mineral-minério, que é o que se aproveita economicamente e pelos minerais sem nenhum valor comercial, denominados de ganga. Os diversos processos físicos e químicos (britagem, moagem, concentração gravimétrica, flotação, cianetação, etc.) de beneficiamento (tratamento do minério) irão separar a parte útil do minério (que vai constituir o que se denomina de concentrado), que é o que nos interessa, da ganga, ou seja, do mineral estéril, que vai constituir o rejeito. O que se recupera ao final do processo de beneficiamento, em relação à quantidade total de mineral-minério contido na rocha, corresponde ao grau de recuperação.

O beneficiamento do minério está dirigido ao lucro. O custo decorrente de seu tratamento não deve ser maior que o preço agregado a ele. A determinação do preço de mercado de um mineral está condicionada a diversas variáveis, como: frequência em que ocorrem na crosta terrestre, complexidade da lavra e beneficiamento, aspectos econômicos relativos à mina, como também o mercado que irá absorver esse escoamento (LUZ; SAMPAIO, 2010).

Segundo o Sumário Mineral Brasileiro de (2013), a atividade representou cerca de 4,3% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional em 2012, dando destaque para a extração de nióbio, tântalo, magnesita, grafita natural, ferro, crisotila e bauxita. Apesar de o setor possuir somente 0,6% do estoque de trabalhadores do Brasil, ela apresenta um efeito multiplicador, já que o que é extraído gera insumos para outros setores, como o da indústria de transformação e a construção civil (BRASIL, 2013).

Conforme Goldfajn (2016), a indústria mineral vem apresentando crescimento vigoroso no Brasil nas últimas décadas. O que impulsionou este crescimento foi, principalmente, o processo de urbanização e desenvolvimento de países emergentes com expressivas áreas territoriais, alta densidade demográfica e alto PIB, como os BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China), os quais, coincidentemente, são de grande importância para a mineração mundial.

A mineração é uma atividade econômica altamente degradante do meio ambiente, causando na área de exploração modificações das condições ambientais originais, principalmente se a exploração do local ultrapassar os limites geográficos da área (FRANCHI, 2000).

Segundo Loes (1998), a mineração é considerada uma atividade de alto potencial impactante sobre o meio ambiente, tanto na fase de extração quanto na fase de beneficiamento. No entanto esses impactos apresentam-se de forma generalizada dependendo do tipo de minério, o que requer diferentes medidas de prevenção, controle e reabilitação ambiental. Esses impactos fazem-se presentes principalmente na degradação dos recursos hídricos através da poluição por substâncias químicas, do assoreamento e de alterações físico-químicas e biológicas.

2.2 MÉTODOS E FASES DE LAVRA

Os métodos de mineração dividem-se em quatro tipos básicos. Em primeiro lugar, os materiais podem ser obtidos em minas de superfície, explorações a céu aberto ou outras escavações abertas. Este grupo inclui a imensa maioria das minas de todo mundo. Em segundo local, estão às minas subterrâneas, às que se acede através de galerias ou túneis. O terceiro método é a recuperação de minerais e

combustíveis por meio de poços de perfuração. Por último, está a mineração submarina ou dragada, que proximamente poderia ser estendido à mineração profunda dos oceanos (FRANCHI, 2000).

A NRM 01 do Departamento Nacional de produção Mineral - DNPM (2001) define indústria de produção mineral aquela que abrange a pesquisa mineral, lavra beneficiamento de minérios, distribuição e comercialização de bens minerários. As principais etapas da mineração são representadas e descritas da seguinte forma conforme tabela 1 (DNPM 1995).

Tabela 1 – Descrição das principais etapas da mineração

Etapa/Fase	Descrição
Prospecção	Consiste na procura pelos minerais a serem explorados.
Exploração	Estudo das propriedades e características físicas, químicas, mineralógicas, tecnológicas, mercadológicas e viabilidade econômica do mineral descoberto na fase de prospecção.
Desenvolvimento	Planejamento, preparação e organização de toda a infraestrutura necessária para exploração dos recursos minerais.
Lavra	É a fase de exploração e aproveitamento industrial da jazida. Constitui a mineração propriamente dita. Divide-se em: desmonte/escavação, carregamento e transporte de minerais para unidades de beneficiamento.
Beneficiamento	Alteram as condições físicas, químicas, físico-químicas dos minerais, de forma a atender as especificações requeridas pelo setor industrial e mercados. Compreende o tratamento, cominuição e concentração do minério.
Desativação	Encerramento de todas as atividades inerentes à mineração, de forma temporária ou permanente. Geralmente ocorre devido à exaustão da jazida, a fatores mercadológicos, econômicos, ambientais ou legais. Esta etapa deve ser prevista em um plano de desativação de empreendimentos minerários ou plano de fechamento, devendo incluir a recuperação da área degradada como medida compensatória, tornando-a apta para uso futuro sustentável e econômico.

Fonte: Adaptado de DNPM (1995)

Segundo Barreto (2000), recuperação das áreas degradadas, fechamento das frentes de lavra e descomissionamento mineiro, aparecem como sinônimos na literatura, entretanto na verdade são distintas: a recuperação surge como medida de controle ambiental e ocorrem concomitantes às atividades produtivas, o fechamento constitui uma fase do ciclo de vida de uma mina, que tem início com exaustão da jazida ou paralisação devido à inviabilidade técnica econômica; o

descomissinamento e a transição do fechamento até a entrega da área em condições que permitam uso futuro.

2.3 DEGRADAÇÃO RELACIONADA AOS CONCEITOS DE RECUPERAÇÃO, RESTAURAÇÃO E REABILITAÇÃO

O conceito de área degradada é amplo na bibliografia pertinente. Qualquer modificação no ambiente pode ser analisada como uma forma de degradação. Deste modo, área degradada pode ser conceituada como aquela que perdeu sua produtividade, devido à prática de manejos inadequados, remoção da cobertura vegetal, excessos de agrotóxicos, ou aquela área que perdeu seus horizontes devido à atividade de mineração. O tema fortaleceu-se na década de 1980, mas avaliações genéricas causaram certa confusão nos termos de degradação e recuperação (CORRÊA, 2005).

O termo áreas degradadas refere-se à perda da qualidade ou a capacidade total para uso presente e futuro de uma determinada área (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2005).

A degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico for alterado. A degradação ambiental ocorre quando há perdas de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento sócio econômico (IBAMA, 1990, p. 13).

Para Oldeman (1994 apud DIAS; GRIFFITH, 1998), 15% do solo mundial encontra-se degradado. “Do total dessa área degradada, 5% encontra-se na América do Norte, 12% na Oceania, 14% na América do Sul, 17% na África, 18% na Ásia, 21% na América Central, e 23% na Europa.” (DIAS; GRIFFITH, 1998, p.01). Essa estatística torna-se ainda mais preocupante, considerando as áreas inabitadas do mundo, dessas 24% encontram-se degradadas devido à intervenção humana.

Os solos degradados pela intervenção humana apresentam perturbações em suas características, sejam elas de natureza física, química ou biológica. O uso desordenado dos solos causa a remoção dos horizontes superficiais, ocasionando a fragmentação do solo, devido à ausência de matéria orgânica (DIAS, 1998).

De acordo com Dias et. al., (1994 apud FRANCHI, 2000), um dos fatores mais preocupantes do processo de degradação é a remoção dos horizontes superficiais do solo, ricos em matéria orgânica, fundamentais à recomposição das condições físicas e químicas do solo e favoráveis ao estabelecimento da vegetação. De acordo com Dias (1998, p. 30):

O primeiro passo para iniciar o processo de caracterização de um substrato degradado é o estabelecimento de um planejamento para a retirada das amostras que serão enviadas ao laboratório. Inúmeros fatores podem interferir no processo, permitindo que o resultado obtido não represente a realidade. O principal objetivo de um programa de amostragens é alcançar a representatividade das amostras em relação ao material em estudo [...].

Em determinadas situações é difícil caracterizar uma área degradada. Os solos utilizados para atividades agrícolas, por exemplo, sofrem intensa degradação, mas não apresentam efeitos visuais bem definidos (DIAS; GRIFFITH, 1998). Ao abordar sobre a ciência do solo afirma que a mesma:

[...] tem procurado solucionar essa dificuldade a partir da premissa de que a degradação está associada à própria definição de qualidade do solo, ou seja, à medida que as características que determinam a qualidade de um solo forem alteradas, estabelece-se um processo de degradação (DIAS; GRIFFITH, 1998 p. 4).

Um ecossistema que sofreu perturbações não é capaz de se restabelecer até a sua condição inicial, mesmo assim continua com sua capacidade de oferecer bens necessários aos seres humanos (ENGEL; PARROTA, 2003). Ao sofrer danos irreversíveis e processos de degradação, como pestes, erosão e lixiviação (ENGEL; PARROTA, 2003), além de resultar na perda da capacidade de regeneração das espécies, também ocasiona a eliminação dos componentes bióticos e abióticos do mesmo. Significa que a área encontra-se degradada, ocorreu destruição da cobertura vegetal, perda da camada fértil do solo e alteração na sua qualidade, resultando também no desaparecimento da fauna (IBAMA, 1990 apud ENGEL; PARROTA, 2003).

Segundo Franchi (2000), um solo degradado é aquele que, após sofrer distúrbios, perde sua camada protetora (vegetação) e os seus meios de regeneração bióticos. Além de apresentar baixa resiliência, ou seja, o retorno às condições anteriores pode não ocorrer ou ser muito lento. Neste caso, é necessário o uso de

técnicas de recuperação, pois o solo não dispõe dos mecanismos de regeneração eficientes. Já o conceito de solo perturbado, pode ser entendido como aquele que sofreu algum tipo de distúrbio, mas manteve os meios de regeneração bióticos: as técnicas de recuperação neste caso não são obrigatórias, mas podem ajudar na recuperação, sendo a natureza capaz de realizar o restante da tarefa.

O conceito de degradação comumente é associado aos efeitos ambientais negativos ou adversos, provenientes de atividades humanas. São raras às vezes, que o conceito de degradação está associado aos fenômenos ou processos naturais (BITAR, 1997).

A recuperação de uma área degradada depende de uma série de fatores, e as técnicas restauradoras podem ter o efeito esperado ou não, dependendo do estado do local a ser recuperado. Em um curto, médio ou longo prazo as condições de equilíbrio estarão se formando, determinando o grau de qualidade do processo de recuperação. Após a ação humana, as técnicas introduzidas no local produzirão o desenvolvimento do solo (ABRAHÃO; MELLO, 1998).

[...] Para o minerador é importante localizar a(s) camada(s) que interessa explorar e definir sua espessura. Para os que irão recuperar uma área minerada, é essencial saber qual o horizonte que permanecerá exposto ao final da lavra, pois é sobre ele que o novo ecossistema será implantado (CORREA, 2005, p. 25).

Um solo saudável pode sofrer degradação devido à ação do homem e ou ações naturais (clima) e aparentemente ser algo irreversível. No entanto, muitas formas de degradação podem ser remediadas através da reconstrução cuidadosa da saúde do solo (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2005).

O desafio a ser alcançado em um plano de recuperação de uma área degradada resume-se na formação de um horizonte "A", logo, o processo será catalisado pela biosfera, proporcionando o surgimento de outros novos horizontes (ABRAHÃO; MELLO, 1998).

A degradação das condições naturais do solo é demasiadamente séria, as medidas de recuperação, os processos de formação e regeneração do solo são muito lentos, existindo chances das técnicas não contemplarem as expectativas (ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA, 2005).

A literatura e os textos da legislação ambiental deixam dúvidas e contradições sobre as definições exatas dos conceitos de recuperação, reabilitação e

restauração, que em muitos casos são apontados como diferentes e em outros casos, como sinônimos. De fato, os conceitos recuperação, reabilitação e restauração, têm sido usados não apenas nos aspectos que caracterizam suas execuções, mas principalmente em função dos seus objetivos e metas. De modo geral, as diferentes definições são importantes para facilitar os objetivos dos interessados no assunto, e assim fornecer subsídios na escolha do processo que será adotado na recuperação da área degradada (TAVARES, 2008).

Recuperar um sítio degradado significa que ocorrerá um retorno das condições anteriores à intervenção. Portanto uma condição estável será obtida. O sítio degradado terá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio e estabilidade, desenvolvendo um novo solo e uma nova vegetação (IBAMA, 1990).

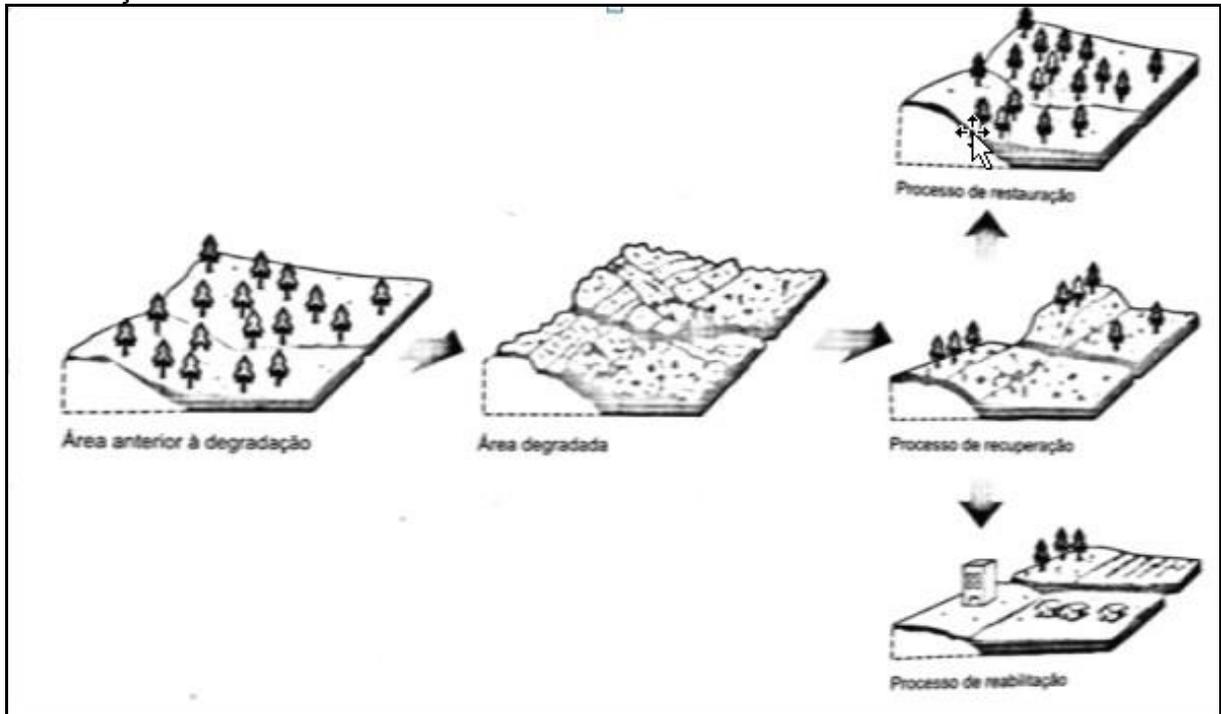
Segundo Corrêa (2005), reabilitar uma área degradada significa torná-la produtiva, proporcionando um retorno biológico adequado. Para Primack; Rodrigues (2002 apud CORRÊA, 2005), reabilitação é recuperar algumas espécies e o equilíbrio da área. Por exemplo, o solo torna-se novamente capaz de realizar o processo de infiltração de águas pluviais. A norma técnica NBR 13030 especifica sobre a mineração e contempla o conceito de reabilitação, definindo como o “conjunto de procedimentos através dos quais se propicia o retorno da função produtiva da área degradada ou dos processos naturais, visando adequação ao uso futuro” (ABNT, 1999, p.02).

Conforme Castro (1998), reabilitar uma área degradada não é somente uma formalidade legal, mas uma obrigação do responsável pela degradação. Algumas atividades, permitidas por lei, como por exemplo, as minerações de argila são obrigadas a realizar a reposição da área, não necessariamente restituir a área igualmente ao seu *status* anterior, mas reverter o estado de degradação para uma situação de normalidade e equilíbrio.

Segundo Bitar (1997 apud KOPEZINSKI, 2000), no processo extrativo da área e algo impossível de acontecer, pois restaurar significa uma ideia de reprodução das condições exatas do local, tais como eram antes de alteradas. A reabilitação parece ser resposta mais próxima da realidade, porque reabilitação está ligada à ideia de uso e ocupação do solo ou uma relativa produtividade, predefinida de acordo com um projeto de reutilização do local minerado: lazer, residência, comercial, industrial, entre outros. Já a recuperação, por sua vez, implica que o lugar alterado seja

trabalhado de modo que as condições ambientais acabem se situando próximo as condições anteriores à intervenção. A figura 1 ilustra conceitos citados acima.

Figura 1 – Situação ilustrativa dos processos de recuperação, restauração e reabilitação.



Fonte: Adaptado de Bitar e Braga (1995)

A diversidade no uso futuro do solo e o quantitativo das medidas de reabilitação propostos em PRADs minerários da RMR são apresentados na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Usos posteriores mencionados em PRADs da RMR

Uso Posterior	Quantidade
Areia	
Não Mencionado	25
Piscicultura	07
Indefinido	04
Aquicultura (sem definição da tipologia)	02
Piscicultura e Agricultura	02
Carcinicultura	01
Implantação de Indústria	01
Projeto Imobiliário 01	
Argila	
Não Mencionado	26
Piscicultura	04
Comércio	01
Agricultura de Subsistência e Construção Industrial	01
Construção de Loteamento	02
Brita	
Não Mencionado	11
Pastagem	01
Agricultura de Subsistência	01
Agricultura de Subsistência e Pastagem	01
	Total 91

Fonte: CPRH (2006)

Algumas minas são aproveitadas de formas mais inusitadas possíveis. No estado norte-americano de West Virgínia/EUA, a água acumulada nas minas de carvão é intensamente utilizada para piscicultura. (ALBUQUERQUE, 2008).

O exemplo de West Virgínia, em Kentucky, também nos EUA, a utilização de minas inundadas e abandonadas como fontes de água também é considerada viável (ALBUQUERQUE, 2008). A água é bombeada de tais minas e flui através de tanques circulares do tipo “fiberglass” - fibras de vidro, contendo trutas. Os tanques são constantemente alimentados, e a água é mantida limpa e a baixas temperaturas, com um elevado teor de oxigênio.

Outros bons exemplos de sucesso técnico-econômico no cultivo de truta e camarões em áreas pós-mineradas são os projetos da MettikiCoal Corporation no oeste do estado de Maryland e da Warwick Mountain, projetos situados no sudoeste do estado da Pensilvânia, ambos nos EUA (ALBUQUERQUE, 2008).

Oliveira Júnior (2001), diz que objetivo e medidas de recuperação para lavra a céu aberto podem ser encher a cava com estéril onde for prático e benéfico; Aplainar os taludes; Encher de água; Revegetar os taludes; Recuperar para a pesca ou aquicultura, vida selvagem, entre outros. A aquicultura é uma atividade multidisciplinar, que constitui no “cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas” (FAO, 1998).

Dentre os requisitos mencionados para o planejamento e implantação da aquicultura, os requerimentos biofísicos ocupam lugar de destaque. Fatores climáticos e biológicos são extremamente importantes. Cada espécie possui seu próprio limite de tolerância (fator biológico intrínseco) aos diversos condicionantes impostos pelo meio, tais como clima, temperatura, salinidade, poluição, entre outros.

Associados a fatores climáticos, os níveis de sais necessários para a cultura de determinada espécie podem variar bastante em relação aos ambientes. A alta pluviosidade de uma dada região pode diluir a salinidade abaixo dos níveis desejados para a espécie, enquanto que em zonas mais evaporativas, é comum encontrar açudes com salinidade absurdamente elevada, inclusive, maior que a salinidade marinha. Comumente, quantidade e qualidade de água e solo adequados são os principais determinantes para o bom êxito do projeto. A quantidade de água necessária para o abastecimento depende do tamanho das áreas dos viveiros, taxas de evaporação local e permeabilidade do solo, do sistema e manejo adotados, entre outros fatores (ALBUQUERQUE, 2008).

As fazendas localizadas em solos arenosos requerem um maior volume de água para reparar as perdas por infiltração (FIGUÊIREDO et. al., 2006). “Águas de rios, córregos, represas, açudes, minas, poços e até mesmo a água captada das chuvas são utilizadas no abastecimento das pisciculturas” (ALBUQUERQUE, 2008).

2.4 PLANO DE RECUPERACAO DE ÁREA DEGRADADA (PRAD)

Em atendimento ao dispositivo constitucional supracitado, foi instituído o Decreto nº97.632 de 10 de abril de 1989, que exige de todos os empreendimentos de extração mineral em operação no país a apresentação de um PRAD - Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, em um prazo máximo de 180 dias. Este decreto estabeleceu também que, para novos empreendimentos do gênero, o PRAD deve ser apresentado durante o processo de licenciamento ambiental. O artigo 3º estabelece: “A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente”. Abrahão; Mello (1998, p.15), afirmam que o principal interesse de um PRAD é “interferir em um ou mais fatores de formação do solo e acelerar a sua gênese. Deve-se, portanto estabelecer condições mínimas para reduzir o processo erosivo e recompor a paisagem com a revegetação”.

De acordo com Corrêa (2005), para a elaboração de um PRAD, é imprescindível, primeiramente a estabilidade de paisagens nas jazidas exploradas. Depois, tornar os substratos aptos ao estabelecimento das plantas, e finalmente, identificar quais as espécies capazes de dar início a sucessão ecológica.

A obrigação fundamental imposta aos titulares de concessões de lavra no Brasil, com relação ao fechamento das minas, é que eles promovam a reabilitação das áreas impactadas pelas atividades da mineração, de acordo com um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), previamente elaborado e aprovado pelo órgão governamental competente. A exigência da apresentação obrigatória do PRAD fundamenta-se no princípio de que as áreas ambientalmente perturbadas pelas atividades de mineração devem ser devolvidas à comunidade ou ao proprietário superficiário nas condições desejáveis e apropriadas ao retorno do uso original do solo ou naquelas necessárias para a implantação de outro uso futuro, desde que escolhido por consenso entre as partes envolvidas e afetadas pela mineração. O preceito legal estabelece que o PRAD deve considerar a solução técnica adequada, visualizada pela empresa de mineração, para reabilitar o solo, eventualmente degradado pela atividade de mineração, para uso futuro (IBRAM, 1992).

Segundo Martins (2001), o planejamento na recuperação ambiental no caso da mineração de agregados deve englobar os planos de desenvolvimento da região ou município onde a atividade mineral se localiza, e propostas uso futuro da área para a obtenção do licenciamento ambiental.

2.5 ASPECTOS LEGAIS

Ao final da década de 1960, as preocupações com as questões ambientais começaram a tomar uma proporção mais significativa. Mas, somente durante a Conferência de Estocolmo, em 1972, é que foram feitas as primeiras reflexões quanto à sobrevivência da espécie humana, a deterioração ambiental e a utilização de recursos naturais. A partir deste momento, a criação de leis e órgãos fiscalizadores pelos governos começou a barrar algumas atividades econômicas. Assim, viu-se a necessidade de conciliar preservação ambiental e desenvolvimento econômico (BARRETO, 2001).

Ibram (1992, p. 7), observa que:

O Brasil, embora tenha participado da Conferência de Estocolmo, apenas em 1981 promulgou a Lei 6.938, estabelecendo a Política Nacional de Meio Ambiente. Nessa lei estão todos os fundamentos que definem a proteção ambiental em nosso País e que, posteriormente, durante a década de 80, foram regulamentados através de decretos, normas, resoluções e portarias.

A Política Nacional de Meio Ambiente tem como algumas das suas finalidades a racionalização, o planejamento e a fiscalização do uso dos recursos ambientais, visando a proteção dos ecossistemas. Neste sentido, foram definidos, no Art. 6º desta lei, os órgãos e entidades responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituindo Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA.

A estruturação do SISNAMA devido às dimensões do país e suas particularidades regionais, dividi a execução da política brasileira de meio ambiente nos três níveis: federal, estadual e municipal (MARTINS, 2001).

Foi a partir do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, no uso das suas atribuições, mas especificamente a Resolução nº 001/86, a aceção de empreendimentos passíveis de Licenciamento Ambiental e suas regras gerais, tornando-se um marco na legislação ambiental brasileira (BRASIL, 1986).

A Constituição Brasileira de 1988 (§ 2º art. 225) estabelece que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão ambiental competente, na forma da lei” (BRASIL, 1988, p. 174).

Conforme Brasil (1990), alguns empreendimentos modificadores do meio ambiente são dispensados da apresentação dos Estudos de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, devido a sua natureza, localização, porte ou outras características. Então, deverá apresentar ao órgão competente o Relatório de Controle Ambiental – RCA. O empreendedor deverá requerer a Licença Prévia - LP ao órgão ambiental competente, e apresentar os seguintes documentos: Estudos de Impacto Ambiental com respectivo Relatório de Controle Ambiental. O órgão ambiental após análise da documentação decidirá se será concedida a LP. Para a obtenção da Licença de Instalação – LI, o empreendedor deverá apresentar o Plano de Controle Ambiental – PCA, com o respectivo projeto de minimização dos impactos ambientais levantados e avaliados na fase da LP, e demais documentos necessários.

Após análise do PCA, o órgão ambiental responsável decidirá se será concedida a LI. Posteriormente se aprovado o PCA, será liberada a Licença de Instalação. Será comunicado ao empreendedor que deverá solicitar a Licença de Operação - LO. O empreendedor deverá apresentar ao DNPM a Licença de Instalação, para obter o Registro de Licenciamento. Com a obtenção do Registro de Licenciamento e a aprovação do PCA, o empreendedor deverá requerer a Licença de Operação. Após analisar todas as documentações pertinentes o órgão ambiental decidirá sobre a aprovação da LO. Caso a licença seja recusada, o órgão ambiental justificará tal decisão ao empreendedor e DNPM.

De acordo com Brasil (2009):

Art. 3º A proteção do solo deve ser realizada de maneira preventiva, a fim de garantir a manutenção da sua funcionalidade ou, de maneira corretiva, visando restaurar sua qualidade ou recuperá-la de forma compatível com os usos previstos.

A seguir, nas Tabelas 3 e 4 apresentam-se algumas normas legais pertinentes à exploração mineral, mostrando como estas evoluíram ao longo dos anos.

Tabela 3 – Normas legais pertinentes à exploração mineral

Norma	Função
Decreto-lei n°227/1967	Estabelece o código da mineração.
Lei n°6.567/1978	Dispõe sobre o regime especial para a exploração e aproveitamento das substâncias minerais da Classe II.
Lei n°6.938/1981	Estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente.
Lei n°7.347/1985	Disciplina as ações Civis Públicas por danos ao Meio Ambiente.
Lei n°7.805/1989	Altera o Decreto n° 227/67 criando o regime de permissão de lavra e garimpagem, a obrigatoriedade do licenciamento ambiental e extingue o regime de matrícula.
Lei n°7.990/1989	Estabelece a compensação financeira da mineração.
Lei n°8.001/1990	Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a lei n° 7.990 de 28/12/1989.
Decreto n°97.632/1989	Regulamenta o artigo 2°, Inciso VIII da lei n° 6.938/1991.
Decreto n°99.274/1990	Regulamenta as leis n° 6.902/81 e 6.938/1981.
Decreto n°98.812/1990	Regulamenta a Lei n° 7.805/1989.
Decreto n°99.556/1990	Dispõe sobre a proteção das cavidades subterrâneas naturais.
Decreto Distrital n° 22.139/2001	Regulamenta a lei Distrital n° 1.393/1997 e estabelece garantias para a recuperação de áreas mineradas.
Resolução CONAMA n°01/1986	Estabelece a obrigatoriedade dos estudos de impacto ambiental para as atividades potencialmente poluidoras.
Resolução CONAMA n° 09/1990	Determina que a realização da pesquisa mineral, quando envolver o emprego de guia de utilização, fica sujeita ao licenciamento ambiental de órgão competente e da outras providências.

Tabela 4 – Normas legais pertinentes à exploração mineral (continuação)

Resolução CONAMA nº010/1990	Determina que a exploração de bens minerais da Classe II deverá ser precedida de licenciamento ambiental do órgão estadual de meio ambiente ou do IBAMA, quando couber nos termos da legislação vigente e desta resolução.
Resolução CONAMA nº 237/1997	Dispõe sobre o licenciamento ambiental para as atividades consideradas poluidoras e impactantes, estando previsto em seu texto a obrigatoriedade da realização de estudos ambientais e apresentação de um plano detalhado de reparação dos danos causados ao meio ambiente.

Fonte: Corrêa (2005, p. 38)

3 LIMNOLOGIA

A limnologia compreende estudos em diversos ambientes aquáticos continentais, quais sejam: lagos, lagoas, açudes, represas, rios, riachos, brejos, águas subterrâneas, nascentes, viveiros, tanques de piscicultura etc. A partir dos resultados de um levantamento limnológico, muito se pode explicar sobre a qualidade da água do ambiente estudado (MERCANTE et. al., 2008).

De acordo com Esteves (1998), a Limnologia no Brasil constitui-se, basicamente, em uma “Limnologia de Áreas Alagáveis”, considerando a ausência quase total, de lagos profundos e que cerca de 400.000km², ou 5% do território nacional são cobertos por tais regiões e sua pesquisa limnológica possibilita o conhecimento da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas continentais, viabilizando, portanto seu manejo e a maximização da sua produtividade.

Segundo Esteves (1998), as pesquisas sobre o metabolismo dos ecossistemas aquáticos continentais podem ser realizadas em três etapas: análise, síntese e holística. A etapa de análise possibilita fundamentalmente o conhecimento da estrutura do ecossistema e baseia-se se e em investigação das variáveis ambientais tais como: pH, condutividade elétrica, concentração de nutrientes, penetração da radiação solar, precipitação, ventos, análises quantitativas e qualitativas das comunidades animais vegetais, etc. Na etapa da síntese são pesquisadas principalmente a troca de energia e matéria entre os diferentes

compartimentos (região limnética, litorânea e bentônica. Já na fase holística as pesquisas concentram-se nas interações entre ecossistema aquático e o terrestre. Estes resultados sobre metabolismo dos ecossistemas aquáticos constituem ferramentas importantes para várias técnicas de manejo como aquicultura e piscicultura em água doce.

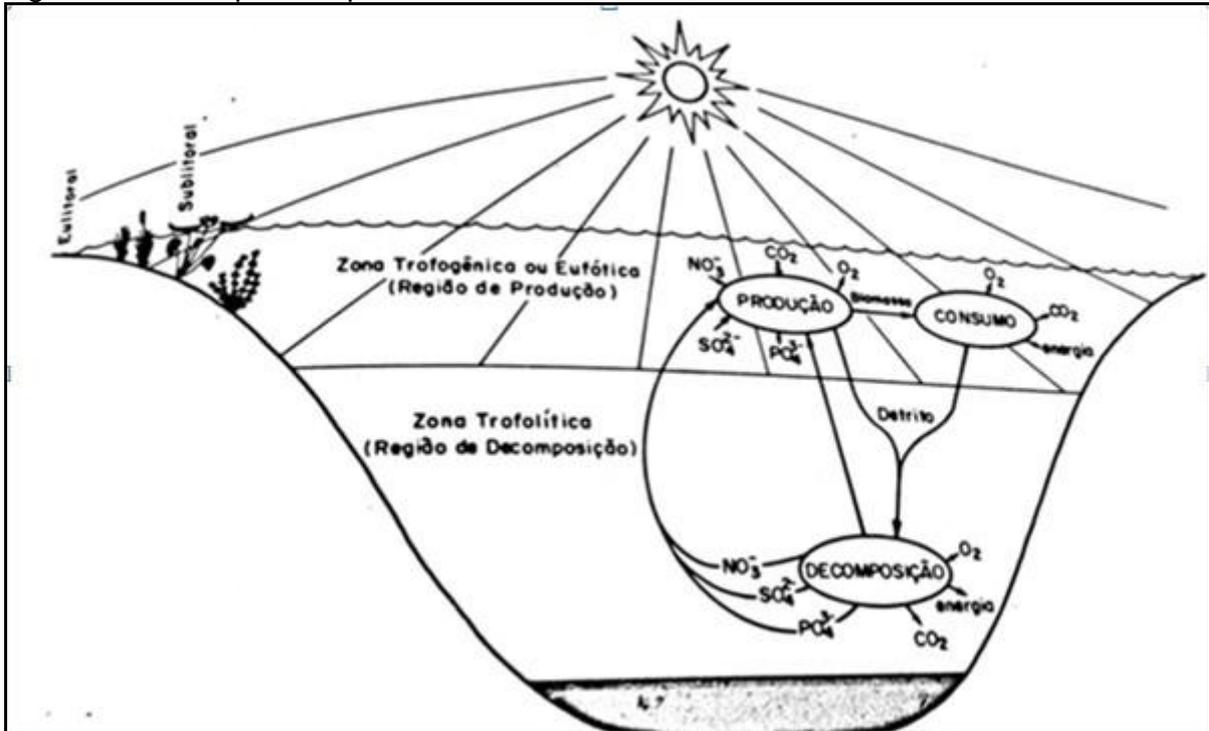
Já Lemes (2001), ressalta que a avaliação das condições ambientais utilizando variáveis físicas e químicas principalmente nutrientes e metais observados na coluna de água é uma importante ferramenta não só para o conhecimento das suas distribuições no ecossistema, e seu perfil em função do tempo, como também para a elaboração de um plano de medidas a serem tomadas para melhorar e preservar a qualidade ambiental e proteger a saúde da população nas áreas circunvizinhas.

O aumento no aporte de nutrientes em ambientes aquáticos pode levá-lo a um estado de eutrofização, fazendo com que haja mudanças nas variáveis físicas, químicas e biológicas do ambiente (STERZA et. al., 2002).

3.1 METABOLISMO ECOSSISTEMA AQUÁTICO

Por metabolismo dos sistemas aquáticos continentais entende-se o estudo da estrutura e funcionamento destes ecossistemas que segundo Thienemann (1925 apud ESTEVES, 1998), constitui o objetivo central das pesquisas limnológicas. Este compreende três etapas principais: produção, consumo e decomposição conforme Figura 2.

Figura 2 – Principais etapas do metabolismo de um ecossistema

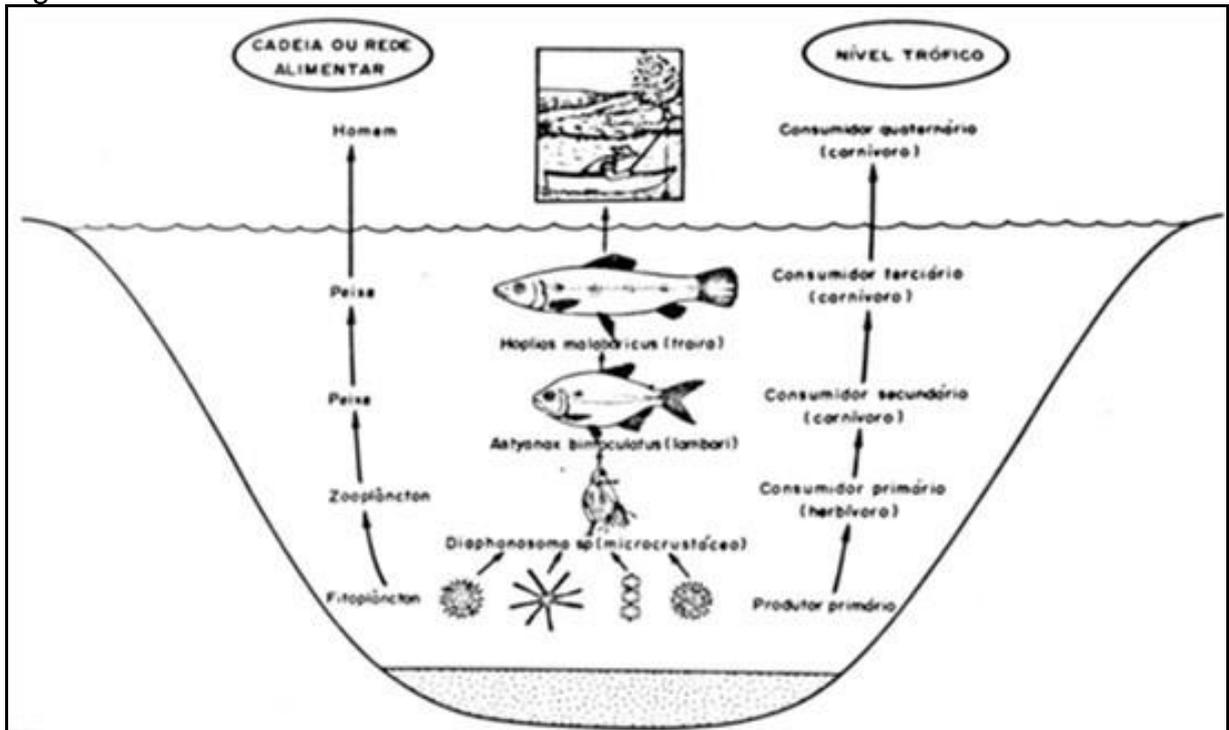


Fonte: Esteves (1998)

A produção de ecossistema aquático é realizada por todos os organismos capazes de sintetizar matéria orgânica, a partir de gás carbônico, sais minerais e energia solar, sendo estes organismos chamados de produtores primários e se localizam principalmente na zona eufótica do lago. No ambiente limnítico, os principais produtores primários são algas, macrófitas aquáticas e algumas espécies de bactérias.

Os consumidores são organismos que obtêm sua energia direta ou indiretamente, a partir da matéria orgânica sintetizada pelos produtores primários. Aqueles que se utilizam diretamente da biomassa vegetal são chamados herbívoros, consumidores primários e de primeira ordem. Estes participam, portanto da cadeia de herbívora e dela fazem parte várias espécies de zooplâncton, peixes e insetos aquáticos. A decomposição no meio aquático é realizada principalmente por bactérias e fungos, que decompõem a matéria orgânica até sais minerais, H₂O e CO₂. O papel dos decompositores é fundamental no ecossistema aquático, pois através de sua atividade, eles promovem a circulação dos nutrientes possibilitando que estes sejam reaproveitados pelos organismos produtores conforme Figura 3 (ESTEVES, 1998).

Figura 3 – Cadeia alimentar

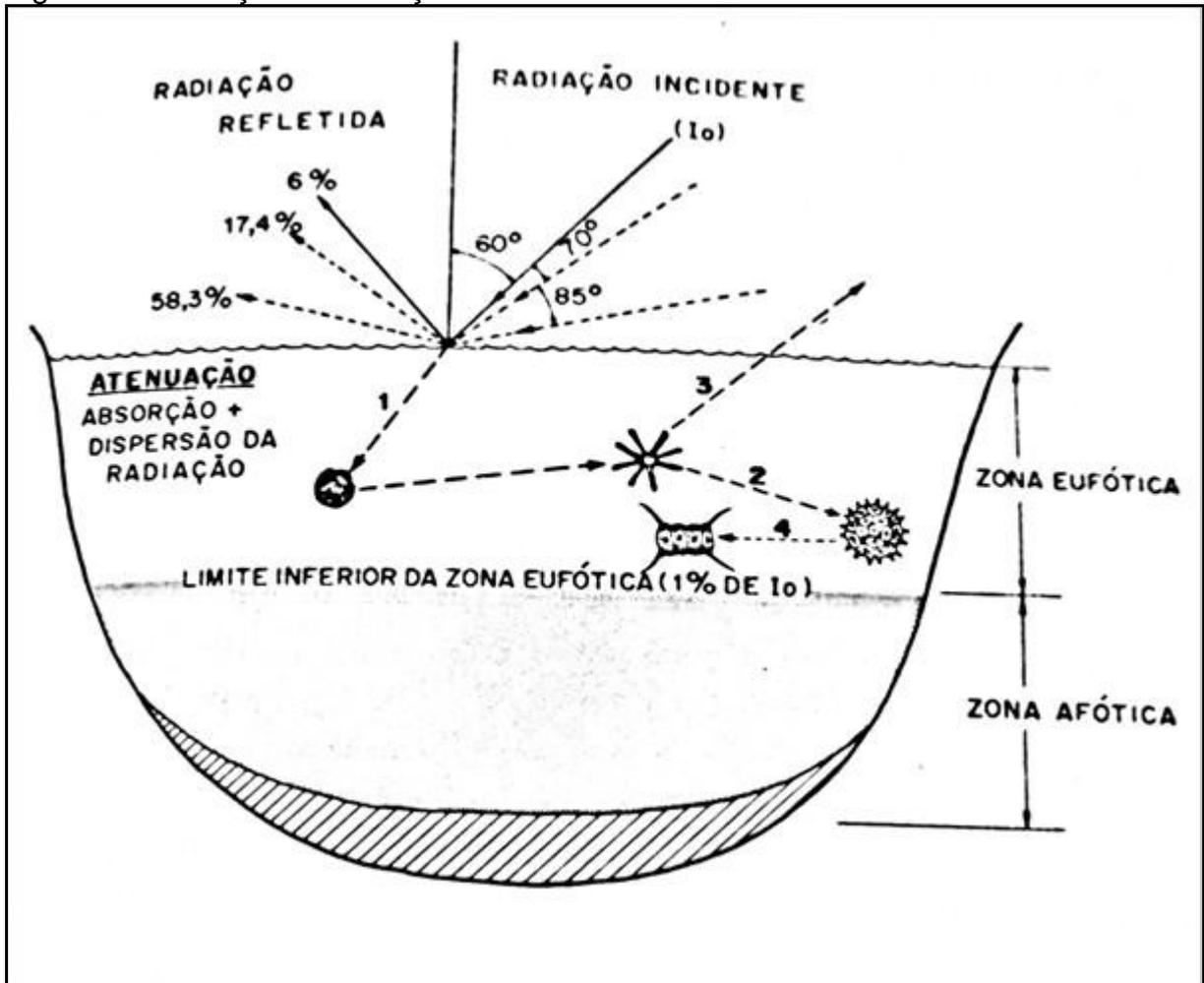


Fonte: Esteves (1998)

3.2 RADIAÇÃO NA SUPERFÍCIE DOS CORPOS D'ÁGUA

Conforme Esteves (1998), a radiação que atinge a superfície da água, parte penetra e parte é refletida voltando à atmosfera. Esta quantidade de radiação absorvida depende das condições da superfície como plana ou ondulada e do ângulo de incidência da radiação.

Figura 4 - Ilustração da radiação determinando a zona eufótica da afótica



Fonte: Esteves (1998).

A zona eufótica mostrada na Figura 4 compreende a região na qual a incidência luminosa consegue penetrar na coluna de água, geralmente compreendendo cerca de 200 metros de profundidade, de acordo com a turbidez (tonalidade da água em consequência da saturação de partículas em suspensão). Corresponde à faixa com considerável concentração de organismos, entre os quais, micro-organismos fotossintetizantes (autotróficos) (RIBEIRO, 2016).

A zona afótica compreende a região que não recebe qualquer interferência da incidência luminosa. Os organismos (heterotróficos) que habitam esta faixa dependem da disponibilidade de oxigênio e matéria orgânica absorvida, respectivamente dissolvida e percolada (decantada) da zona eufótica (RIBEIRO, 2016).

3.3 PARÂMETROS DE CARACTERIZAÇÃO LIMINOLÓGICA

3.3.1 Temperatura

A temperatura dos ambientes aquáticos pode variar de forma horizontal ou vertical na coluna d'água, sendo fundamental para o comportamento dos organismos vivos e das massas de água (SCHMIEGELOW, 2004).

3.3.2 Turbidez

Originam-se a partir de material suspenso e/ou coloidal, substâncias orgânicas e inorgânicas finamente divididas, plâncton e outros organismos microscópicos. Sua quantidade pode favorecer o desenvolvimento de organismos patógenos (APHA, 2011).

3.3.3 Condutividade

A condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 μ S/cm indicam ambientes impactados. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (APHA, 2011).

3.3.4 Cor Aparente

Em águas superficiais ou subterrâneas a cor aparente advém principalmente da presença de matéria orgânica natural, em particular de ácidos fúlvicos e húmicos, onde a cor deste último é intensificada pela presença de ferro e partículas suspensas de tamanho coloidal (argilas, algas, óxidos de ferro e manganês) que também conferem cor a água (APHA, 2011).

3.3.5 Fosfatos

Há muito é conhecida a importância do fósforo nos sistemas biológicos. Esta importância deve-se à participação deste elemento em processos fundamentais do metabolismo dos seres vivos, tais como: armazenamento de energia (forma uma fração essencial da molécula de ATP) e estruturação da membrana celular (através dos fosfolípidios). Na maioria das águas continentais o fósforo é o principal fator limitante de sua produtividade. Além disso, tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas (ESTEVES, 1998).

3.3.6 Demanda química de oxigênio

A demanda química de oxigênio é quantidade de oxigênio consumido na oxidação química da matéria orgânica existente na água, medida em teste específico. Não apresenta necessariamente correlação com a DBO. É expressa em miligramas de oxigênio por litro de água. Usada geralmente como indicador do grau de poluição de um corpo de água, ou de uma água residuária. O mesmo que DQO (ABNT, 1993).

3.3.7 Demanda bioquímica de oxigênio

A demanda bioquímica de oxigênio é um teste empírico que corresponde à diferença entre as concentrações de oxigênio no início e no fim de um período de incubação, em condições específicas do ensaio (ABNT, 1993).

3.3.8 Nitrato

O NO_3 é a principal forma do nitrogênio combinado encontrado em águas naturais, e é o resultado da completa oxidação dos compostos de nitrogênio. A nitrificação (conversão de amônia ou nitrito a nitrato) é o principal processo no ciclo do nitrogênio (ABNT, 1993).

3.3.9 Nitrito

O nitrito é uma das formas de nitrogênio que é encontrada em águas de superfície em pequena quantidade, pois é instável na presença de oxigênio. Este ocorre como uma forma intermediária entre a amônia e o nitrato (nitrificação) ou entre nitrato e gás nitrogênio (desnitrificação). O íon nitrito pode ser utilizado como uma fonte de nitrogênio para as plantas (UFTPR, 2016).

3.3.10 Nitrogênio amoniacal

A amônia é a mais reduzida forma de nitrogênio orgânico em água e inclui NH_3 (amônia) e NH_4^+ (íon amônio) dissolvidos. Embora a amônia seja somente um pequeno componente no ciclo total do nitrogênio, esta contribui para a fertilização da água tendo em vista que o nitrogênio é um nutriente essencial para as plantas (UFTPR, 2016).

3.3.11 Sólidos totais dissolvidos

São os sólidos que têm a capacidade de dissolver-se na água, total ou pelo menos parcialmente, até que seja atingido o equilíbrio de solubilidade. Estes sólidos não podem ser removidos pelos tratamentos físico-químicos convencionais, salientando a importância dos tratamentos biológicos (SANTOS, 2008).

3.3.12 Oxigênio dissolvido

O crescimento e a reprodução de todos os organismos vivos dependem da energia desenvolvida no processo metabólico de utilização do oxigênio. A quantidade de oxigênio dissolvido (OD) em águas naturais e residuárias dependem da atividade física, química e bioquímica dessa massa de água. A solubilidade do oxigênio em água varia em função da temperatura e da pressão atmosférica, ou seja: aumentando-se a temperatura diminui-se a solubilidade, porém aumentando-se a pressão também a solubilidade aumenta (UFTPR, 2016).

3.3.13 PH

Com relação ao pH, observa-se estreita interdependência entre as comunidades vegetais e animais e o meio aquático. Este fenômeno ocorre na medida em que as comunidades aquáticas interferem no pH, assim como o pH interfere de diferentes maneiras no metabolismo destas comunidades. Sobre as comunidades, o pH atua diretamente nos processos de permeabilidade da membrana celular, interferindo, portanto, no transporte iônico intra e extra celular e entre os organismos e o meio (ESTEVEZ, 1998).

3.3.14 Macrófitas Aquáticas

O termo macrófitas aquáticas foi proposto por Weaner e Clements (1938), primeiramente, que as definiram de maneira ampla, como plantas herbáceas que crescem na água, em solos cobertos por água ou em solos saturados com água. Esta é, portanto, uma denominação genérica, independente de aspectos taxonômicos. Entre as macrófitas aquáticas incluem-se vegetais que variam desde macroalgas, como o gênero *Chara*, até angiosperma, como o gênero *Typha*. Apesar do seu caráter genérico, a terminologia macrófitas aquáticas é amplamente utilizada em todo o mundo e pode-se considerá-la como já incorporada à literatura científica internacional (ESTEVES, 1998).

Especificamente o termo Macrófita aquática foi utilizado por Irgang e Gastal Jr. (1996), classificando-as como vegetais visíveis a olho nu com partes fotossinteticamente ativo, permanentemente, total, ou parcialmente submerso em água doce ou salobra, por diversos meses, todos os anos, ou ainda flutuante na mesma. Chambers (2008), classificam as macrófitas aquáticas como um grupo diverso de organismos fotossintéticos, cujas partes vegetativas se desenvolvem periodicamente ou integralmente sobre a superfície da água.

As macrófitas aquáticas são importantes componentes de lagos, rios, reservatórios e outras coleções d'água, pois constituem significativa parcela do estoque de energia e matéria do primeiro nível trófico da rede alimentar, além de proporcionar abrigo para desova e proteção das fases jovens de organismos aquáticos. Promove a heterogeneidade espacial, inclui a estabilização de sedimentos, a liberação de nutrientes (por morte ou excreção), a diversificação de habitats, servindo inclusive de substrato, cujo este, constituindo fonte de alimento aos peixes, aves e mamíferos, que favorece a maior biodiversidade local, entre outros efeitos desejáveis podem auxiliar na classificação dos ambientes, por serem bioindicadoras e ainda as macrófitas aquáticas são capazes de eliminar até 90%, no período de 24h, bactérias patogênicas (RIBEIRO, 2016). Sem o devido monitoramento e manejo das macrófitas aquáticas, estas podem ser causadoras de grandes prejuízos tanto econômicos quanto ambientais. Entre os inúmeros efeitos negativos que ocasiona nos corpos d'água pode-se destacar: o desenvolvimento intenso e descontrolado do fitoplâncton, degradação da qualidade da água com

alteração de composição, cor, turbidez, transparência, aumento da decomposição orgânica causando conseqüentemente maior consumo de oxigênio dissolvido até anóxia, liberação de gases e produção de mau odor, produção de substâncias tóxicas, prejuízos consideráveis para água de abastecimento, irrigação, aproveitamentos hidrelétricos, recreação, paisagismo, turismo, entre outros a navegação se torna restrita em áreas povoadas por macrófitas flutuantes, emersas e submersas, o crescimento dessas plantas nas margens dos lagos e rios, durante o processo de sedimentação tende a diminuir a capacidade e profundidade do ambiente e conseqüentemente reduz a área de inundação (AZEVEDO-NETO, 1988).

Tais plantas que se desenvolvem enraizadas contribuem sobremaneira para a constante deposição de matéria orgânica, constituindo dessa forma substrato para outras plantas. O grande contingente populacional reflete na capacidade de lago ou rio, promovendo demanda de oxigênio e danos na qualidade da água (BRANCO,1986).

Conforme Esteves (1998), o plâncton constituído pelo fitoplanctom (algas), pelo zooplancton (pequenos animais), e pelo bacterioplancton. O termo *seston*, corresponde a toda matéria particulado suspenso na água compreendendo o *bioseston* e o *abioseston* (ou tripton). *Obioseston* inclui plâncton, o *necton* (organismos com movimentos próprios) e o *pseuston* (organismos que vivem na superfície da água). Enquanto que *abioseston* compreendem os detritos orgânicos e inorgânicos particulados.

4 AQUICULTURA: PISCICULTURA

A aquicultura é uma atividade multidisciplinar, que constitui no “cultivo de organismos aquáticos, incluindo peixes, moluscos, crustáceos e plantas aquáticas” (FAO, 1998). O cultivo implica em “intervenção humana no processo de criação para aumentar a produção, tal como regulação dos estoques, alimentação, proteção de predadores, entre outros. Cultivo também implica em propriedade individual ou corporativa dos estoques cultivados”. A aquicultura deve ter um proprietário, diferentemente da pesca extrativa, cujas populações exploradas compõem o bem coletivo (RANA, 1997).

Existem vários tipos de aquicultura diversificados em piscicultura (criação de peixes, em água doce e marinha); malacocultura (criação de moluscos como caramujos e vieiras, a criação de mexilhões é conhecida como mitilicultura e a de ostras como ostreicultura); alquicultura (produção de algas); carcinicultura (criação de crustáceos como camarões e caranguejos); criação de jacarés; ranicultura (criação de rãs) (PACHECO, 2006 p.6).

Conforme Sousa e Alcides (1986), a prática da cultura de peixes é muito antiga. Desenhos egípcios mostram cenas de pesca e conservação de peixe realizada em tanques. Os romanos já usavam esta técnica. Por séculos, o povo de regiões do Indo-Pacífico e todos os chineses criaram peixes. Desde a segunda guerra mundial três fatores principais modificaram consideravelmente a imagem da cultura de peixes e tiveram influência em seu desenvolvimento em todo o mundo. Estes fatores são: facilidade oferecida pelos transportes modernos, a reprodução artificial dos peixes em fazendas, o desenvolvimento do uso de alimentos artificiais.

Embora a assertiva de Döös e Shaw (1999), não tenha explorado a eficácia da aquicultura/piscicultura como alternativa à possível problemática alimentar do porvir, compensa por evidenciar a impossibilidade de uma previsão exata da produção futura de alimentos. Ainda segundo a literatura, a previsão da capacidade futura da produção mundial de alimentos constitui uma preocupação real por motivos óbvios: o crescimento acelerado da população mundial e o aumento da degradação ambiental. Como as projeções para o crescimento da população mundial são maiores do que para a produção, haverá aumento da demanda, com conseqüente tendência de elevação do preço do pescado em todo o planeta (DÖÖS ESHAW, 1999).

De acordo com Albuquerque (2008):

[...] É possível que a aquicultura seja capaz de suprir algumas das demandas crescentes por proteínas e relaciona-se à redução na demanda por cereais; contudo, nosso conhecimento da aquicultura futura é sempre mais incerto que o da agricultura tradicional em solo. Todavia, nenhuma tentativa foi feita para examinar este aspecto do problema.

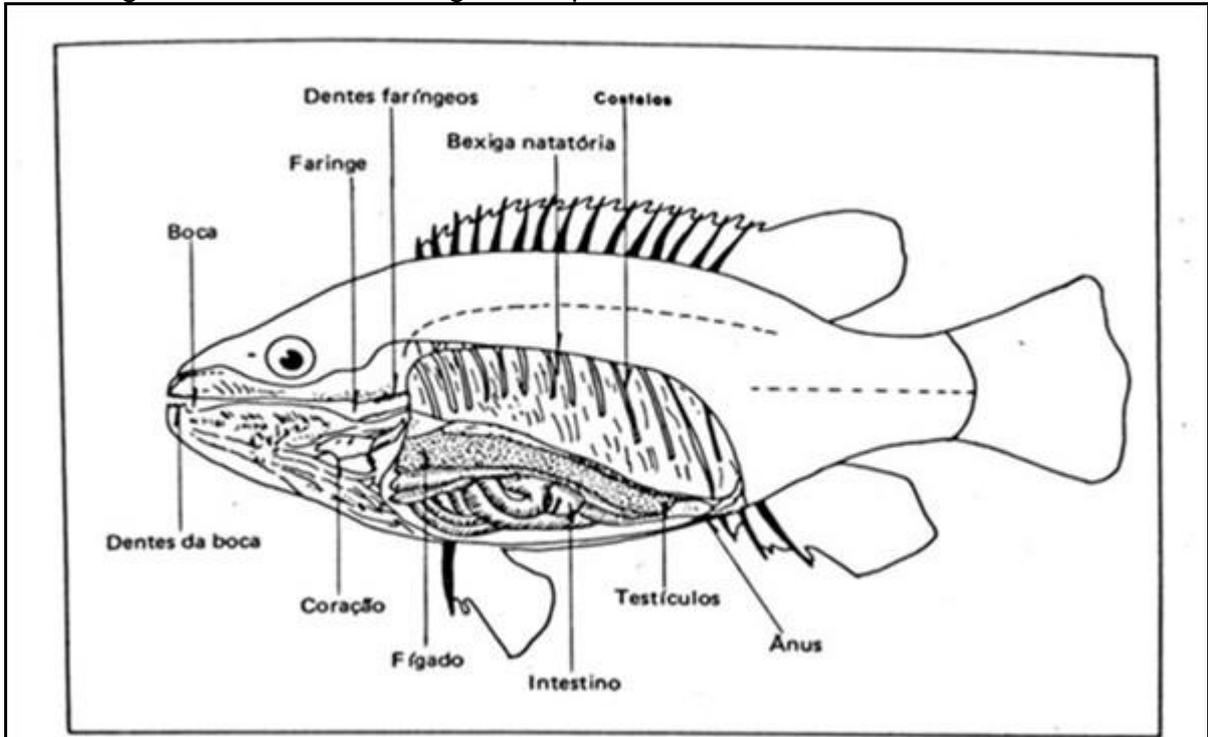
A Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO (2010), estima que a produção pesqueira mundial até 2020, para fins de consumo humano, cresça cerca de 40%, saindo das atuais 100 milhões de toneladas, aproximadamente, para cerca de 140 milhões. O Brasil é detentor de 12% de toda água doce do mundial, e já está se tornando um grande produtor aquícola no

cenário mundial, pois além de possuir clima e condições favoráveis ao cultivo tem disponibilidade de grandes reservatórios de água doce, que podem ser aproveitados para o cultivo de espécies em tanques redes. Os Brasil vêm progressivamente ganhando posições no ranking internacional de produção. Em 1994 era 32º em produção aquícola e o 26º em termos de valores. Em 2004 ocupava o 18º lugar no ranking mundial de produção aquícola, com 0,5% da produção mundial e o 12º em receitas geradas (FAO, 2010).

4.1 ANATOMIA DO PEIXE

O corpo do peixe é constituído pela cabeça, tronco e nadadeiras. O corpo e em geral, alongado. A cabeça, o tronco e a calda são contínuos, o que permite ao peixe deslizar facilmente na água. O corpo e coberto pela pele que por sua vez é coberto por um muco viscoso que a protege. A maioria dos peixes tem escamas sobre a pele, imbricadas e dispostas como telhas. O esqueleto e formado pelos ossos do crânio, pela coluna vertebral e os ossos que sustentam as guelras (arcos ósseos). A cabeça varia e a forma desta é característica e varia de acordo com alimentação os que são carnívoros e os que comem plâncton. O tronco e onde ficam nos órgãos internos do peixe como: estômago intestino, fígado, bexiga natatória, rins, ovários ou testículos. A cauda encontra-se após o ânus e termina na nadadeira caudal. Por fim as nadadeiras são pequenos remos formados de ossos envolvidos por membranas existindo os pares e as ímpares conforme Figura 5 (SOUSA, 1986).

Figura 5 – Anatomia e órgãos do peixe.



Fonte: Souza (1986)

4.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DOS PEIXES

Enquanto os mamíferos e aves são animais homeotérmicos, ou seja, conseguem manter a temperatura corporal constante, os peixes não possuem tal capacidade, sendo conhecidos como animais pecilotérmicos ou de sangue frio. Na realidade a temperatura corporal dos peixes varia de acordo com temperatura da água. Do ponto de vista energético, os peixes comparados aos animais homeotérmicos, possuem uma vantagem, pois não gasta energia para manter a sua temperatura corporal, o que confere maior crescimento. Dentro da faixa de conforto térmico para peixes, quanto maior for a temperatura da água, maior será a atividade metabólica, o consumo de alimentos e consequentemente o crescimento (BUZANELLO, 2014).

Durante os períodos de temperaturas baixas, os peixes diminuem o consumo de alimento. Durante temperaturas muito baixas, o consumo de alimento é drasticamente reduzido, podendo até mesmo cessar, resultando em redução ou paralisação do crescimento. Assim a temperatura da água é um importante fator regulador do metabolismo (consumo de oxigênio e excreção de resíduos

metabólicos), do crescimento, da atividade e da sobrevivência dos organismos aquáticos. O sistema imunológico dos peixes é bastante dependente da temperatura da água, quanto menor a temperatura da água, menor a produção de anticorpos. (BUZANELLO, 2014).

4.2.1 Respiração

O processo de respiração dos peixes consiste na absorção do oxigênio disponível na água e excreção de gás carbônico presente no sangue. Com auxílio das brânquias (ou guelras) os peixes realizam as trocas gasosas por difusão direta entre o sangue e a água. Quanto maior a concentração de oxigênio e menor a de gás carbônico na água, mais fácil é a respiração dos organismos aquáticos. O gás carbônico interfere com a absorção de oxigênio, fazendo com que os peixes apresentem sinais de asfixia. Elevadas concentrações de amônia na água, também dificultam a respiração. A temperatura da água também afeta a respiração. Quanto maior a temperatura, maior o consumo de oxigênio. (BUZANELLO, 2014)

A adequada troca gasosa, entre a água e o sangue, depende da boa integridade do epitélio branquial. Partículas como silte e argila (água barrentas) podem causar lesões ao epitélio branquial e dificultar a respiração dos peixes. É de grande importância para evitar possíveis mortalidades o monitoramento diário do oxigênio dissolvido nos tanques (BUZANELLO, 2014).

4.2.2 Alimentação

Os peixes comem alimentos diferentes segundo a espécie considerada como: peixe comedores de microorganismos (plantas e animais microscópios), peixes herbívoros que se alimentam de plantas que crescem na água, peixes carnívoros que comem outros animais, insetos, crustáceos, moluscos, e peixes menores, e temos os peixes omnívoros que comem quase tudo que encontram (SOUZA, 1986).

A alimentação pode ser naturalmente produzida nos viveiros (microorganismos) ou na forma de ração industrializada. A alimentação é um dos fatores

de maior importância para a piscicultura, pois está ligada à capacidade dos peixes converterem o alimento recebido em ganho de peso e representa a maior parcela dos custos operacionais de produção (FARIA, 2013).

4.2.3 Reprodução

Nos peixes os sexos são separados, mas o reconhecimento externo é difícil. Na época de reprodução, os machos tornam-se coloridos e assim é possível distinguir-se o sexo pelos orifícios genito-unitários. A idade e o tamanho a partir dos quais os peixes começam a se reproduzir variam em cada espécie dependendo das condições em que vivem. Nos machos encontramos testículos, que estão dispostos no sentido longitudinal do corpo da como o ovário das fêmeas, sendo o líquido espermático com espermatozoides expulsos por um orifício genital, que pode ser também o orifício urinário e o ânus neste caso chama-se cloaca. Na maior parte dos peixes a fecundação é feita externamente, isto é na água a fêmea põe os ovos e o macho espalha os espermatozoides por cima (SOUZA, 1986).

4.2.4 Excreção fetal

Parte do alimento que os peixes ingerem não é absorvido e acaba sendo excretado na forma de fezes dentro do próprio ambiente de cultivo. Os resíduos orgânicos provenientes das fezes sofrem uma degradação biológica através da ação de bactérias, fungos e organismos na água, neste processo, consome-se oxigênio e libera-se gás carbônico. Devido à hidrodinâmica gerada pelo grande volume de água presente nos tanques escavados pretendentes ao cultivo, há uma enorme quantidade de dissipação destas fezes dificultando assim que a água se deteriore facilmente. É importante o uso de rações de boa qualidade que possuam ingredientes de alta digestibilidade, onde 80 a 85% da matéria seca da ração sejam assimilada pelos peixes. Desta forma somente 15 a 20% da matéria seca, serão excretadas nas fezes (BUZANELLO, 2014).

4.3 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Conforme Faria (2013), existe o Monocultivo que apenas uma espécie é criada no viveiro. Geralmente, esse tipo de criação é utilizado nos sistemas intensivo e superintensivo. Uma desvantagem é a subutilização (sobra) dos alimentos naturais não consumidos pela espécie escolhida. O Policultivo que seria uma ou mais espécies de hábitos alimentares diferentes são criadas no mesmo viveiro, explorando melhor as fontes naturais de alimento existentes. Este tipo de criação é mais utilizado em criações extensivas e semi-intensivas. E o Consórcio que é criação de peixes associada com outras espécies animais ou com vegetais (aquaponia ou fertirrigação).

Conforme Medeiros (2013), são vários os sistemas utilizados para produção de peixes, desde os mais simples, denominados extensivos, até os mais produtivos, conhecidos como super intensivos, além dos sistemas intermediários. Para a escolha de um sistema de produção, devem ser levados em consideração vários aspectos, principalmente as condições ambientais, financeiras e as disponibilidades de insumos e tecnologia.

Conforme Guimarães (2012), os sistemas de criação de peixes podem assim ser descritos:

- Cultivo extensivo

É aquele realizado em lagoas, açudes, represas, onde não existe controle de abastecimento e drenagem, o produtor não coloca alimento para o peixe, que se alimenta somente do que existe no viveiro. Coloca-se 1 peixe por metro quadrado (m²). Produz de 500 a 1.500Kg de peixe por ha/ano.

- Cultivo semi-intensivo

E aquele em que o viveiro possui controle de abastecimento e drenagem, o produtor faz adubação e calagem, fornece alimento suplementar. Colocar 1 peixe por metro quadrado (m²). Produz de 2.000 a 6.000Kg de peixe por ha/ano.

- Cultivo intensivo

Os viveiros são especialmente construídos para criar peixes, existe controle total do abastecimento e drenagem da água, o produtor realiza adubação e calagem, alimenta os peixes com ração balanceada, faz renovação da água. Coloca 1 a 3 peixes por metro quadrado (m²). Produz de 6.000 a 10.000Kg de peixe por ha/ano.

- Cultivo super intensivo

Trata-se do cultivo feito em tanques-rede. Coloca até 300 peixes por metro cúbico (m³). Produz 150Kg por metro cúbico.

4.4 CARACTERÍSTICAS PARA PISCICULTURA EM VIVEIROS

4.4.1 Clima

O clima influencia diretamente a maioria das atividades humanas principalmente em regiões em que a o predomínio de atividades agrícolas e ambientes sobre a influência de rios e lagoas, geralmente sobre elevada influência da disponibilidade hídrica regional. A região Sul de Santa Catarina apresenta clima do tipo mesotérmico relacionado a altitudes médias apresentando-se do tipo temperado e com características de variáveis pluviométricas com marcante homogeneidade. (NIMER, 1989).

4.4.2 Topografia

É a topografia que determinará o volume de terra a ser movimentado na construção das instalações. Dela sairão os condicionantes de tipo, superfície, forma e o número de viveiros. De um modo geral, terrenos com inclinação de até 5% são os mais indicados, por serem menos onerosos e possibilitarem maior superfície de área inundada. Em resumo, será necessária, para a construção do parque aquático, determinar a declividade do terreno, a diferença de nível existente nos diversos pontos que delimitam os viveiros e a linha de contorno e a medida horizontal e angular (MEDEIROS, 2013).

4.4.3 Solo

Alguns ambientes são inadequados para a piscicultura justamente por apresentarem problemas como solos de alta taxa de infiltração, difícil acesso, riscos de enchentes, alto impacto ambiental, pouca água, vias de acesso, dificuldade de despesca, alta taxa de toxicidade por alguns minerais, como ferro e outros. O solo mais adequado para tanques e viveiros é o que apresenta condições intermediárias entre o arenoso e o argiloso (MEDEIROS, 2013).

4.5.4 Quantidade de água

Conforme Souza (1986), as águas sendo de boa qualidade e em quantidade suficiente podem ser águas de nascente, riachos, rios, reservatórios e subterrâneas.

A atividade de piscicultura demanda água de alta qualidade e com quantidade abundante. O volume de água necessário é calculado em função da área e da profundidade do viveiro. Em um viveiro de 1 hectare e de profundidade média de 1,5 m, são necessários 15.000 m³ de água. Para um viveiro com estas dimensões é recomendável que o enchimento ocorra em 72 horas, portanto a vazão deve ser superior a 38,6 litros/segundo. Depois do enchimento de um tanque ou viveiro, a colocação de água deve ser promovida exclusivamente em três situações: para

compensar perdas pela evaporação, recuperar o volume perdido com infiltrações ou recuperar a taxa de oxigênio da água, caso seja detectada uma depleção.

4.4.5 Adubação

Adubo, depois da alimentação artificial, é o melhor meio para aumentar a produção piscícola, além de ser também o mais econômico. Pode-se usar adubação orgânica, química e a mista. A adubação exerce influência benéfica não somente sobre o lodo, mas também sobre a massa de água, sobre os organismos em suspensão e conseqüentemente sobre a produção dos peixes. A principal finalidade do adubo é o desenvolvimento do plâncton, cuja falta é prejudicial, pois limita a produção (SOUSA, 1986).

4.5 TIPOS DE INSTALAÇÃO

As instalações empregadas em um projeto de exploração racional de peixes podem ser compostas por viveiros ou tanques. Antes de se iniciar a construção de um açude ou de tanques, deve-se efetuar o planejamento de todas as etapas a cumprir, especialmente no caso dos viveiros (FARIA, 2013).

4.5.1 Viveiros

São reservatórios escavados em terreno natural, dotados de sistemas de abastecimento e de drenagem podem ser Viveiros de barragem Figura 6(a) são construídos a partir do erguimento de um dique ou barragem capaz de interceptar um curso de água ou Viveiros de derivação (escavados) Figura 6(b) e 7 que geralmente são construídos em terrenos que apresentam grande declividade ao longo do curso d'água, mas em pontos onde é fraco o declive transversal do terreno (GUIMARÃES, 2012).

Figura 6 – viveiro barragem (a); viveiros escavados (b).



Fonte: Guimarães (2012)

Figura 7 – Viveiro após serem escavados



Fonte: FARIA (2013)

4.5.2 Tanques

A principal diferença deste tipo de instalação para os viveiros é que tem o fundo revestido em base de alvenaria, pedra, tijolo ou concreto. Inicialmente foram

empregados como berçários, mas tornaram-se obsoletos nesta função. São recomendáveis para terrenos arenosos e com grande infiltração (FARIA, 2013).

4.5.3 Tanques redes

Diferentes espécies de peixes vêm sendo cultivadas em gaiolas Figura 8, entretanto, algumas delas respondem melhor a esse sistema de criação, sobretudo aquelas filtradoras onívoras que aproveitam com muita propriedade o alimento natural, como é o caso das tilápias. O investimento inicial nesse tipo de cultivo é relativamente baixo, quando comparado com aquele em viveiros convencionais (aproximadamente 60 a 70% menor). O tempo de cultivo é variável em função do mercado. Além de proporcionar altas produtividades, a tecnologia é facilmente assimilável, permitindo a observação constante dos peixes, a movimentação das gaiolas, manuseio dos peixes e despesca rápida. Quando bem conduzidos os cultivos, o impacto ambiental é muito baixo (MEDEIROS, 2013).

Figura 8 – Tanque rede



Fonte: Medeiros (2013)

4.5.4 Derivação

As águas deverão ser do tipo individual e paralelo, ou seja, sem aproveitamento em outro viveiro (AMARAL JUNIOR, 2007).

4.5.5 Dimensões

O tamanho dos viveiros deverá ser calculado de acordo com a natureza de cada projeto, em função do sistema de cultivo e topografia do terreno. Todavia, com fins práticos, podem-se adotar os seguintes tamanhos para a criação na fase de alevinagem (a partir de pós-larva ou de alevinos pequenos) – viveiros de 300 a 500 m² e nas ases de recria e terminação (para alevinos acima de 20 a 30 gramas até o peso de abate) – viveiros entre mil a 5.000 m² (MEDEIROS, 2013).

4.5.6 Taludes

Os taludes são as paredes laterais inclinadas dos viveiros. A inclinação do talude varia em razão do material de aterro, garantindo na parte interna do talude (área molhada) uma inclinação mais suave por conta do efeito erosivo das ondas (FARIA, 2013).

4.5.7 Profundidade

A contar da lâmina d'água até o fundo do viveiro, a profundidade deverá ser de 1,00m no ponto de abastecimento e declinar até 1,50m no ponto de drenagem. Deve-se prever no mínimo 30 cm de porção emersa nos taludes. A profundidade dos viveiros não deve ser menor que 80 centímetros. Em ambientes rasos há o favorecimento do crescimento de plantas aquáticas (macrófitas) e algas filamentosas indesejáveis à piscicultura, podendo tomar conta de todo o viveiro, com redução da área útil (FARIA, 2013).

4.6 AERADORES PARA AERAÇÃO E OXIGENAÇÃO

Devido à água das lagoas ser “parada”, sem renovação superficial e sim por renovação via flutuação do lençol freático, isso ocasiona com que não haja fluxo de água adequado, para a criação, com a concentração de peixes sendo muito grande em um pequeno espaço e onde há a necessidade de trocas de água no interior dos tanques (mesmo embora haja a natação e movimentação dos peixes). Isso não é suficiente para oferecer constantemente um ambiente saudável e com bons índices de oxigênio dissolvido para os peixes ali confinados. Outro risco comum em açudes e a mortalidade provocada pela inversão térmica devido a mudanças climáticas. Este evento geralmente ocorre em açudes e lagoas estratificadas, ou seja, que apresentam uma faixa da coluna de água superficial com temperatura mais elevada, e logo abaixo desta faixa (cerca de 2m abaixo) apresenta outra com temperaturas reduzidas e baixos níveis de oxigênio (BUZANELLO, 2014).

O problema ocorre em determinadas épocas do ano em que se apresentam elevadas temperaturas durante o dia com queda acentuada de temperatura durante a noite. Esta inversão térmica repentina provoca um deslocamento da água de superfície para o fundo, em função do resfriamento desta camada superficial, levando a superfície a água do fundo pobre em oxigênio e rico em gases tóxicos aos peixes provocando assim a mortalidade, pois os peixes por estarem confinados acabam respirando esta água de baixa qualidade. Para maior segurança e recomendável o uso de aeradores tanto para garantir níveis adequados de oxigênio como para homogeneizar a temperatura da água ao longo da coluna, reduzindo assim o problema da estratificação térmica e os problemas provocados pela inversão térmica. Devido a estas particularidades, há necessidade de instalação de aeradores posicionados estrategicamente. Aeradores são equipamentos eletromecânicos que atuam como oxigenadores e movimentadores da água de uma respectiva lagoa/viveiro. Para estes casos podem-se usar aeradores de pás Figura 9 que conforme tamanho da lagoa usa-se aeradores em sequência (BUZANELLO, 2014).

Figura 9 – Aeradores em forma de pás



Fonte: Faria (2013)

4.7 ÁGUA COMO PARÂMETROS PARA PISCICULTURA

A propriedade precisa ter fonte de água de boa qualidade, sem contaminação por poluentes e em quantidade mínima para abastecer os viveiros, repor as perdas por infiltração e evaporação e atender as necessidades do manejo. De modo geral, é recomendada a quantidade em torno de 15 litros de água por segundo para cada hectare de viveiro (10.000 m² de lâmina d'água), considerando a reposição de 5% a 10% ao dia nos viveiros. A avaliação da quantidade de água disponível ao projeto deve ser feita nos meses mais críticos de estiagem, que em boa parte do país ocorre em setembro e outubro, os quais antecedem o período chuvoso (FARIA, 2013).

Conforme Faria (2013), O desenvolvimento dos peixes, assim como de todos os organismos aquáticos, depende diretamente da qualidade da água. E essa qualidade varia de acordo com um dinâmico e complexo equilíbrio entre fatores físicos, químicos e biológicos, ligados diretamente às interações entre as características do meio ambiente, como o solo, o clima e todos os organismos que vivem nesse local. Os fatores meteorológicos, como radiação solar, temperatura do ar, velocidade do vento, chuva e umidade afetam as propriedades físicas da água, como temperatura, cor, turbidez, entre outros. Essas alterações podem provocar mudanças nas propriedades químicas da água, como ph, concentração de oxigênio dissolvido, gás carbônico e outros elementos vitais aos organismos aquáticos. Outro

fator que interfere na qualidade da água de um viveiro é o excesso de fertilização, de ração e de matéria orgânica em decomposição (fezes de peixes, folhas e galhos). Por isso, o sucesso na piscicultura depende, entre outros fatores, da manutenção da qualidade da água dentro dos parâmetros exigidos para cada espécie.

Conforme Faria (2013), a qualidade da água deve ser avaliada antes, durante e depois (efluentes) do desenvolvimento da atividade de piscicultura. Os principais parâmetros ou variáveis de qualidade da água que necessitam ser analisados frequentemente pelos piscicultores são: temperatura, transparência, ph, oxigênio dissolvido, amônia.

4.7.1 Temperatura

Os peixes não têm capacidade de manter a temperatura corporal constante, por isso a temperatura da água é uma das variáveis mais relevantes na piscicultura, exercendo influência direta nos processos fisiológicos, como a taxa de respiração, assimilação do alimento, crescimento, reprodução e comportamento. Valores de temperatura da água muito elevados podem acarretar dificuldades nos processos digestórios relacionados à incapacidade de absorver nutrientes, diminuindo assim a taxa de crescimento dos peixes ou possibilitando a mortalidade. O aumento da temperatura da água também ocasiona a diminuição da concentração de oxigênio dissolvido, o que dificulta o processo de respiração dos peixes. Em contrapartida, baixas temperaturas podem provocar redução das atividades metabólicas, diminuição da imunidade, facilitando o aparecimento de doenças e, em casos extremos, pode ser letal. Nas estações mais quentes do ano, o consumo de alimento aumenta, assim como a taxa de crescimento dos peixes (SOUZA, 1986).

A temperatura ideal para o desenvolvimento de peixes tropicais em viveiros de engorda situa-se entre 25 °C e 32 °C. A medição da temperatura da água dos viveiros deve ser feita diariamente, com um termômetro comum, digital ou termômetro de máxima e mínima instalado no local. Nos meses quentes, se a temperatura atingir valores acima dos níveis máximos ideais deve-se intensificar a renovação de água dos viveiros, aumentando a entrada e saída de água, além da oxigenação. Nesse caso, a alimentação deve ser reduzida ou até mesmo

interrompida e deve-se evitar manejar os peixes (repicagem e biometria). Durante o inverno, com baixas temperaturas da água, os peixes ficam estressados, o que diminui sua imunidade e favorece o aparecimento de doenças causadas, principalmente, por bactérias e fungos. Nessa situação, manusear os peixes somente no período mais quente do dia com temperatura da água superior a 22 °C (FARIA, 2013).

Conforme Medeiros (2013), a temperatura da água é um importante fator limitante para produção de peixes tropicais, já que estes são pecilotérmicos, ou seja, têm a temperatura corporal variando em função da temperatura da água. As espécies de peixes nativos, em geral, toleram limites de temperatura de 22°C a 32°C, sendo que a de melhor desempenho se situa na faixa de 24°C a 30°C.

4.7.2 Transparência

A transparência da água é o quanto de luz penetra na coluna do líquido. Muitos são os fatores que podem interferir nessa transparência, mas ela deve ser determinada principalmente pela quantidade de material em suspensão – partículas minerais (argila, silte) ou partículas orgânicas (plâncton). É um fator importante na produção de peixe, principalmente porque a vida dentro da água necessita de luz.

Se a transparência se apresenta reduzida, a luz penetra poucos centímetros na coluna de água, não provendo calor e condições necessários ao desenvolvimento do fitoplâncton, diretamente ligado à produção de oxigênio. A transparência ideal para o cultivo de peixes é na faixa de 35 a 60 cm. Transparência inferior a 35 cm pode estar associada a uma grande população de plâncton ou matérias em suspensão, como a argila. O plâncton vegetal que tem clorofila produz uma grande quantidade de oxigênio durante o dia, mas no período noturno acrescenta ao plâncton animal e outros organismos o consumo do oxigênio dissolvido na água, trazendo problemas de baixos níveis de oxigênio dissolvido (MEDEIROS, 2013).

Conforme Faria (2013), a baixa transparência pode indicar excesso de matéria orgânica, plâncton, matéria em suspensão decorrente de chuvas ou revolvimento do fundo, o que impede a penetração da luz, diminuindo a produção de oxigênio realizada pelas microalgas (fictoplâncton). Entretanto, a alta transparência

indica falta de plâncton, que pode ocasionar grande variação de pH ao longo do dia. Isso traz consequências prejudiciais à criação, além de favorecer o aparecimento de algas filamentosas e plantas aquáticas que dificultam o manejo no momento da despesca.

4.7.3 Oxigênio dissolvido

Conforme Ostrenski (1998), a concentração de oxigênio dissolvido (O.D.) é o parâmetro mais importante para a piscicultura, sendo medido por meio de aparelho eletrônico (oxímetro) ou de kits de análise facilmente encontrados em lojas especializadas. Esse gás está presente na água devido, especialmente, a ação dos ventos, que permite a transferência do oxigênio (O₂) presente no ar (atmosfera) para a água, e ao processo de fotossíntese realizado pelas microalgas do plâncton, que também liberam oxigênio para o meio aquático. A solubilidade do oxigênio na água é afetada pela temperatura, salinidade e pressão atmosférica. Sabe-se que quanto maior a temperatura e a salinidade, menor é a concentração de oxigênio na água.

À noite, quando as microalgas cessam a produção de oxigênio, devido à interrupção do processo de fotossíntese, a concentração de O.D. diminui, atingindo níveis críticos durante a madrugada. A partir do início da manhã, os valores de O.D. aumentam e as maiores taxas ocorrem no período da tarde, como resultado da retomada do processo de fotossíntese pelo fitoplâncton. A concentração de O.D. mais indicada para a criação de peixes de águas tropicais é acima de 5 mg/litro. Os níveis de O.D. na água e suas consequências podem ser observados a seguir (OSTRENSKI, 1998):

- Acima de 5mg/l são ideais;
- Entre 1 e 5 mg/l os peixes sobrevivem, mas pode haver diminuição das taxas de crescimento se a exposição for muito prolongada;
- Inferior a 1 mg/l é letal, se exposto por tempo.

Conforme Medeiros (2013), a quantidade de oxigênio é considerada a variável mais crítica de qualidade de água, sendo medido em miligrama por litro (mg/l). Depende diretamente da temperatura da água, altitude e salinidade. Quanto maior a altitude ou a temperatura da água, menor é o nível de saturação de oxigênio. Isso

significa que em temperatura de 30°C em 1.000 m de altitude, não adianta colocar aeradores, sopradores, pois o oxigênio dissolvido vai ficar no máximo em 6,6 ppm (partes por milhão) – nível de saturação. Os organismos aquáticos têm limites máximos e mínimos de tolerância para teores de oxigênio dissolvido (OD). Os peixes tropicais, em geral, exigem concentração acima de 5mg/l. Exposição contínua a níveis inferiores a 3mg/l pode levar ao estresse, com conseqüente diminuição da resistência, aumentando, assim, a incidência de doenças e mortalidade.

4.7.4 PH

O ph é uma medida que fornece o grau de acidez da água e varia de 0 a 14. O ph 7 é considerado neutro, acima alcalino e abaixo ácido. Para produção de peixes, os valores mais adequados estão na faixa de 6,5 a 8,0. Valores de ph menores que 4 e acima de 11 podem ser letais para algumas espécies de peixe. Os principais fatores determinantes do ph são o dióxido de carbono CO₂ e a concentração de sais em solução (MEDEIROS, 2013).

Conforme Faria (2013), a faixa ótima para criação de peixes situa-se entre 6,5 e 9,0. Águas com ph abaixo de 6,5 (ácidas) e acima de 9,0 (alcalinas) são prejudiciais ao crescimento e reprodução dos peixes.

4.7.5 Amônia

A amônia não ionizada (NH₃) é um parâmetro importantíssimo na piscicultura. Em níveis elevados pode levar os peixes à morte. A potencialização da sua toxidez é devida ao alto ph e a alta temperatura da água. A concentração de amônia ideal para criação de peixes é abaixo de 0,05 mg/L (FARIA, 2013).

Conforme Medeiros (2013), a amônia encontra-se na água sob duas formas: amônia ionizada (NH₄⁺) e amônia não ionizada (NH₃-), que é mais tóxica. O equilíbrio entre as duas é regulado diretamente pelo ph e temperatura, mas sua presença se deve principalmente à excreção direta dos peixes através das brânquias, adubos nitrogenados e alimento não consumido. Os níveis tóxicos estão

na faixa de 0,6 ppm e 2,0 ppm. Níveis acima desses valores podem ser letais para os peixes.

4.8 ESCOLHA DA ESPÉCIE E AS MAIS UTILIZADAS NA PISCICULTURA BRASILEIRA

Conforme Medeiros (2013), a primeira importante características é que a espécie deve ser facilmente propagável, natural ou artificialmente, isto é, poder produzir anualmente um grande número de alevinos. Também é importante apresentar bom crescimento.

As orientações técnicas também indicam a necessidade dessas espécies apresentarem um hábito alimentar onívoro, herbívoro, iliófago, detritívoro, filoplantófago, zooplantófago ou plantófago. Se a espécie for carnívora, ela deverá ser de alto valor comercial e aceitar alimento não-vivo, de preferência ração peletizada. Outra influência importante do ambiente é quanto às espécies de peixes a serem criadas. No Sul e Sudeste do Brasil, os peixes exóticos como tilápia e carpa, além das nativas como jundiá e pacu, apresentam melhor adaptação.

4.8.1 Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

É espécie nativa e um peixe originário da Bacia do Prata, habitando principalmente os rios do Pantanal e também os rios e ribeirões de Goiás e Tocantins. O Pacu Figura 10 pode atingir até 18 quilos, desenvolve-se melhor em ambientes com temperaturas entre 20 a 30° C, no entanto resiste bem a temperaturas abaixo de 20°C. É um peixe onívoro, pode ser alimentado com frutas, sementes, grãos, pequenos moluscos, crustáceos, insetos e também com ração entre 22% a 30% de proteínas. Sua reprodução em cativeiro somente ocorre via indução artificial.

Nos viveiros pode ultrapassar 1,1 kg em um ano de cultivo. Sua carne é muito saborosa, podendo apresentar acúmulo de gordura se receber alimentação muito rica em proteínas. (MEDEIROS, 2013).

Figura 10 – Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) adulto

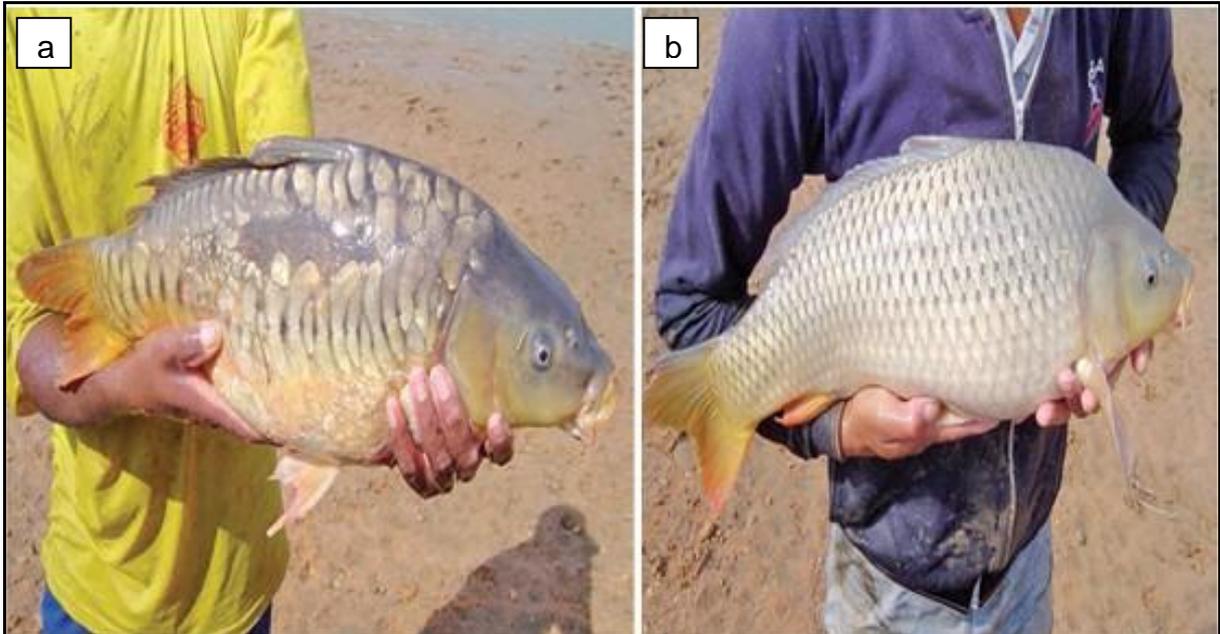


Fonte: Faria (2013).

4.8.2 Carpa comum (*Cyprinus carpio*)

Espécie Exótica de origem asiática cultivada praticamente em todo o mundo. Possui qualidades importantes para produção em viveiros, como resistência a doenças, facilidade de manejo e reprodução. As carpas são tolerantes a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água. Em algumas regiões do Brasil seu sabor e aparência não são bem aceitos pelos consumidores. As variedades mais cultivadas são a carpa espelho Figura 11(a), a escama Figura 11(b) e a colorida, sendo esta última mais apreciada para fins decorativos. Tem hábito alimentar bentóforo e onívoro, ou seja, alimenta-se de preferência de pequenos vermes, minhocas e moluscos que vivem no fundo dos tanques e se adapta bem aos mais diferentes tipos de alimentos. As carpas apresentam crescimento rápido, atingindo facilmente 1,5 kg em um ano (MEDEIROS, 2013).

Figura 11 – Carpa comum (*Cyprinus carpio*) adulta (a); variedade espelho (b) variedade escama.



Fonte: Faria (2013)

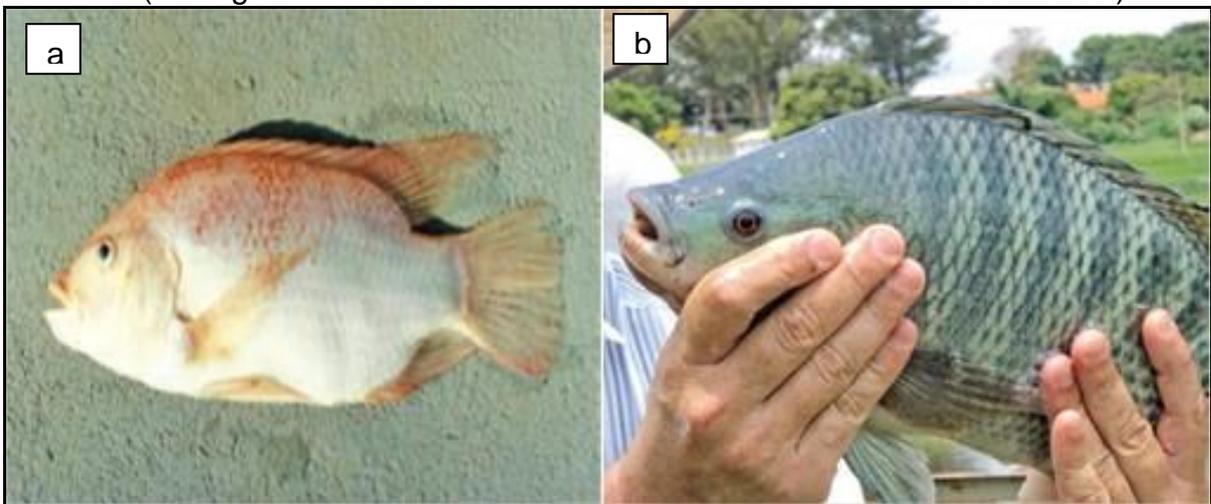
4.8.3 Tilápia (*Oreochromis niloticus*)

As tilápias são espécies exóticas são originárias da África e foram difundidas em todo o mundo. Atualmente, é a espécie mais criada em cativeiro no Brasil e uma das mais criadas no mundo. As tilápias são de fácil reprodução, resistentes a doenças, tolerantes a baixos teores de oxigênio, aceitam altas taxas de densidade no viveiro, têm carne saborosa e poucos espinhos. Adapta-se a diferentes sistemas de criação e aceita grande variedade de alimentos, naturais ou ração. Para evitar a reprodução no criadouro, na criação comercial são utilizados alevinos redirecionados sexualmente para machos, pois atingem o peso de comercialização mais rapidamente em comparação com as fêmeas. Existe boa estrutura de oferta de alevinos de tilápias em todo o país para a produção em escala comercial, sendo o sistema semi-intensivo o mais utilizado. No Brasil, o peso aceito pelo mercado é acima de 600 gramas. Para produzir peixes com 800 gramas a 1 quilo são necessários cerca de 8 a 12 meses de criação (FARIA, 2013).

Conforme Medeiros (2013), recomenda-se a utilização de, no máximo, três espécies de peixes, uma principal e mais uma ou duas secundárias. As espécies secundárias devem corresponder a no máximo 10% da população total. O

crescimento desses peixes não é regular. Nessas condições, o aporte de ração não deve exceder a 25 kg/ha/dia. Quantidades maiores associadas à adubação química ou orgânica podem reduzir os níveis de oxigênio dissolvido e ampliar as concentrações de clorofila, amônia total e gás carbônico a níveis que o ambiente não consegue metabolizar, levando como principal e imediata consequência a mortalidade dos peixes. Nos países asiáticos, a tilápia é o peixe mais utilizado nesse sistema de produção por apresentar uma excelente resposta à adubação. Figura 12 apresenta duas variedades mais comuns de tilápia.

Figura 12 – Tilápia adulta (b); Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (a) Tilápia vermelha (Linhagem híbrida do cruzamento de *O. Niloticus* e *O. Mossambicus*).



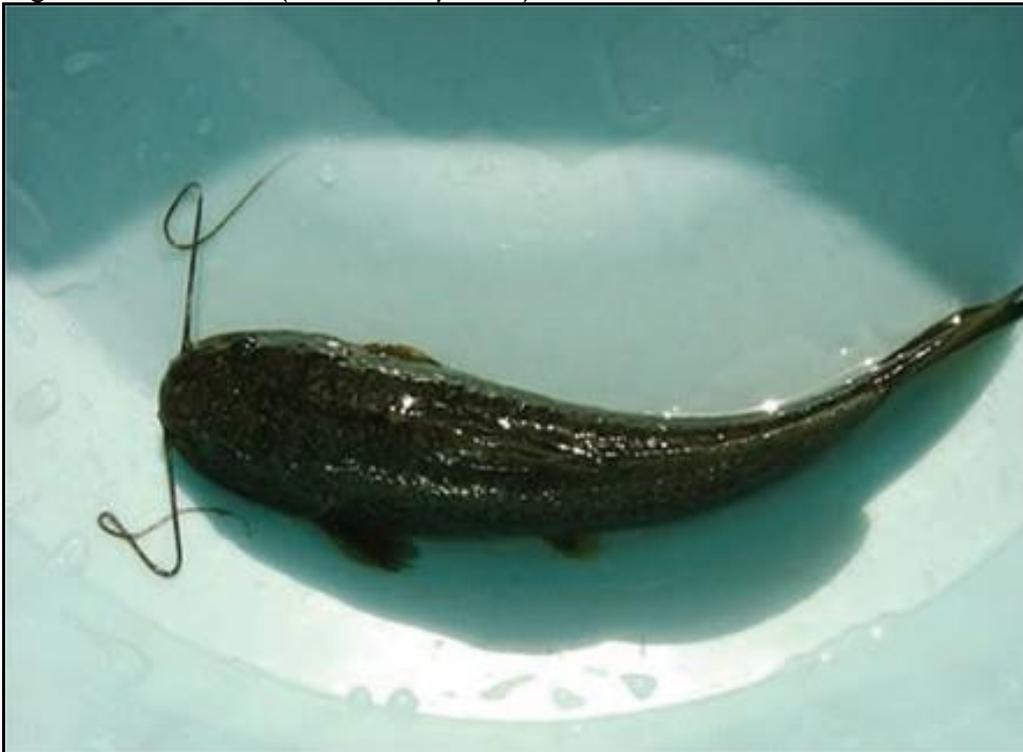
Fonte: Faria (2013)

4.8.4 Jundiá (*Rhamdia quelen*)

Os jundiás da espécie *Rhamdia quelen* têm grande potencial para os cultivos de Santa Catarina. Essa espécie é nativa, adaptando-se bem às nossas condições ambientais. É um peixe *omnívoro*, com tendência a *piscívoro*, e bentônico, especulador do substrato. Também se alimenta de insetos terrestres e aquáticos, crustáceos e restos vegetais, além de peixes como os lambaris e os guarus. O peixe Jundiá é um *peixe de couro*. Possui coloração acinzentada-escura e ventre branco. Destaca-se por ser uma das mais promissoras no cultivo por meio da aquicultura, uma vez que apresenta rápido crescimento, fácil adaptação à criação intensiva, rústico, facilmente induzido à reprodução, com alta taxa de fecundação, possuindo

ainda carne saborosa, com baixo teor de gordura e poucas espinhas. Pode atingir 50cm de comprimento e 3kg de peso. O jundiá Figura 13, que vem se tornando cada vez mais conhecido entre os produtores catarinenses, poderá se estabelecer como uma das principais espécies de peixes produzidas em Santa Catarina (MEDEIROS, 2013).

Figura 13 – Jundiá (*Rhamdia quelen*) adulto.



Fonte: Faria (2013)

4.9 MONITORAMENTO

Conforme Medeiros (2013), controle dos parâmetros da água nos tanques é de grande importância para o sucesso de um empreendimento de criação de peixes. Estes parâmetros estão associados ao monitoramento da temperatura, oxigênio dissolvido, ph e condutividade da água. Manter estes parâmetros sob controle é um fator crítico de sucesso para o aumento de peso, diminuição do “stress” que resulta em melhoria do produto final, aceleração do crescimento, etc. Entretanto, durante a atividade a frequência de monitoramento irá variar dependendo do tipo e do sistema de criação.

5 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL A PISCICULTURA

5.1 OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

A outorga d'água é, na prática, a quantidade de água reservada pelo órgão regulador para a atividade solicitada, conforme pedido do produtor interessado garante, dessa forma, a quantidade e a qualidade da água necessária para a realização de diversas atividades, como piscicultura, irrigação, lazer, uso animal e humano etc., ou seja, assegura o direito de acesso à água. As águas são classificadas como estadual ou federal e cabe, respectivamente, ao órgão estadual de recursos hídricos e à Agência Nacional de Águas (ANA) a emissão da outorga de direito de uso de recursos hídricos. Desta forma, o extensionista ou o proprietário rural deverá verificar a classificação do corpo hídrico que fornecerá a água para a piscicultura e solicitar ao órgão competente a outorga (FARIA, 2013).

5.2 LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n.º 413, de 26 de junho de 2009, do Ministério do Meio Ambiente (MMA), estão definidas as normas e critérios para o licenciamento ambiental da aquicultura. Nesta Resolução estão descritos os critérios básicos utilizados para a classificação quanto ao potencial de impacto ambiental da piscicultura, baseado no porte (área de lâmina d'água) e no potencial de severidade das espécies utilizadas no empreendimento. Sendo assim, para empreendimentos piscícolas, classificados como de alto ou médio impacto ambiental, são exigidas três etapas no processo de licenciamento ambiental: Licença Prévia, Licença de Instalação, Licença de Operação.

5.3 REGISTRO DE AQUICULTOR

O aquicultor que exerce ou que pretende exercer a piscicultura comercial deverá requerer a inscrição no registro de aquicultor, mesmo que não possua, ainda, outorga d'água e/ou licenciamento ambiental. Para tanto é necessário o preenchimento de um formulário de inscrição, no qual são inseridos dados gerais da pessoa física ou jurídica e do empreendimento. Esse formulário pode ser obtido no sítio do MPA (www.mpa.gov.br ou <http://sinpesq.mpa.gov.br/rgp>) e deve ser impresso, assinado e protocolado na Superintendência Federal da Pesca e Aquicultura (SFPA) do Estado onde estiver localizada a piscicultura (FARIA, 2013).

6 METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho pode ser melhor compreendida em função de um breve fluxograma apresentado pela figura 14:

Figura 14 – Fluxograma de metodologia.



6.1 REVISÃO NA LITERATURA

O referencial teórico teve como base uma pesquisa descritiva que subsidiou a formulação e hierarquia dos principais temas presentes no trabalho, auxiliando no embasamento teórico das diversas áreas em que o mesmo se fundamenta. Assim sendo, buscou-se um levantamento de dados secundários em materiais disponíveis na biblioteca da UNESCO, e também em algumas teses e dissertações sobre a atividade de mineração, degradação, reabilitação e uso futuro de áreas mineradas, limnologia, aquicultura e piscicultura. O entendimento de tais informações balizou o desenvolvimento das etapas posteriores.

7.1 CARACTERÍSTICAS LOCAIS

A empresa em questão tem como método de extração mineral a de lavra a céu aberto por dragagem de areia. Sendo feito inicialmente a retirada da primeira "capa" separando este solo misturado com vegetação para revegetação e recuperação da mesma conforme figura 15(a). Seguindo com a retirada do material para poder chegar até onde o mineral está. Este segundo material é comercializado como aterro. Esse processo irá formar uma lagoa e nela será colocada a draga para sucção da areia, por intermédio de uma balsa flutuante. O sistema operacional é totalmente mecanizado conforme figura 15(b).

A areia que foi sugada pela draga é levada por tubulações até um equipamento que lembra uma torre, chamado de classificador conforme figura 15 (c). Dentro dele existem várias peneiras que vibram e separam os diferentes tipos de areia de acordo com a granulometria. Cada tipo de areia é conduzida também por tubulações até o monte de estocagem. Por fim, a areia é estocada em montes e carregada por carregadeiras nos caminhões da própria empresa ou caminhões fretados conforme figura 15(d).

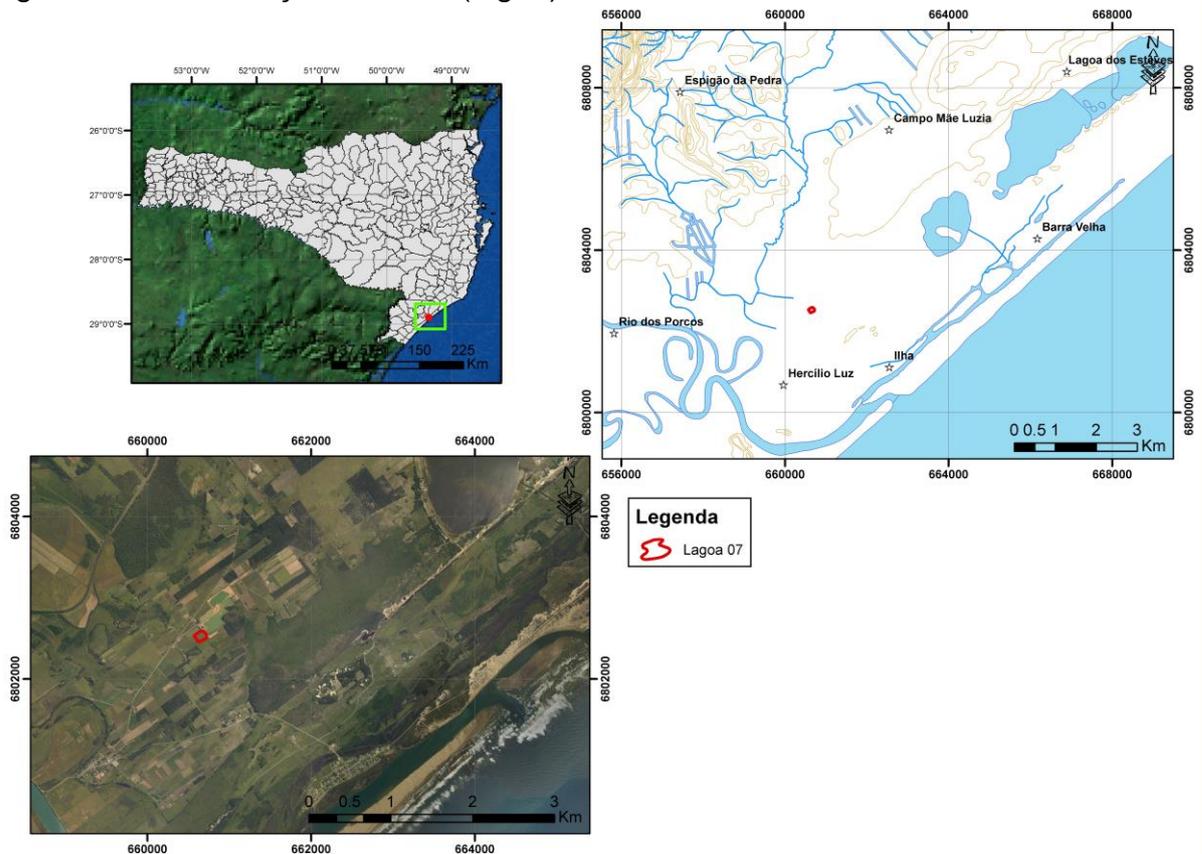
Figura 15 – Método de extração mineral a de lavra a céu aberto por dragagem de areia



Fonte: Do autor (2016)

Como citado anteriormente no referencial deste estudo, se pretende utilizar como objeto de estudo uma cava residual resultante de exploração mineral que fica situada na localidade de Hercílio Luz pertencente ao município de Araranguá conforme Figura 16.

Figura 16 – Localização da cava (lagoa) em estudo.



Fonte: Cartas EMBRAPA/IBGE modificadas pelo autor (2016)

A região caracteriza-se por aspectos litorâneos a uma distância aproximada de 3,0 a 5,0 km do Oceano Atlântico. Possui ótimas vias de acesso e está distante 13,5 km da BR -101 (acesso a Maracaja SC). Conta com rodovia em grande parte asfaltada, e localizada nas proximidades dos centros das localidades de Hercílio Luz, que detém infraestrutura básica, (mercado, correio, posto de combustível, moradia, etc.), e a 11,0 km da cidade de Araranguá, SC (até o centro, pela balsa).

A altitude média em relação ao nível do mar está entre 15,0 a 25,0 metros, apresentando ótima ventilação (quase constante) proporcionada pelos ventos marinhos que provem da região litorânea oriundos do oceano atlântico.

6.2 REABILITAÇÃO VERSUS LIMNOLOGIA E PISCICULTURA

Dentro do contexto reabilitação versus: limnologia e piscicultura foi feita a caracterização, localização e escolha do módulo de lavra desativado a ser estudado. Procedeu-se com o levantamento do potencial da piscicultura para área avaliada,

envolvendo características limnológicas iniciais e suas limitações naturais perante a inserção do cultivo de peixes e suas necessidades. A caracterização por meio dos métodos de manejo e escolha das espécies de peixes a serem introduzidas no modelo de cultivo em questão envolveu bibliografias e manuais sobre cultivo de peixes. Com esta relação se pode dar direcionamento a obtenção dos parâmetros de controle do cultivo, objetivando uma correlação natural limnológica com uma ação antrópica devido à inserção da piscicultura.

Esta etapa da pesquisa caracterizou-se por um método quantitativo, com informações obtidas mediante as incursões a campo. Em função da busca e análises de dados necessários para transformar informações em conhecimento. Esta etapa teve importância na seleção de parâmetros para continuidade deste trabalho.

6.3 PISCICULTURA: PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os parâmetros de qualidade de água selecionados em função das características limnológicas e de piscicultura no módulo em estudo são apresentados abaixo:

- Temperatura;
- Transparência;
- Oxigênio Dissolvido; e
- Amônia.

O plano de amostragem seguiu os critérios descritos nas Normas da ABNT: NBR 9897/87 (Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores) e NBR 9898/87 (Preservação e Técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores), bem como o Standard Methods, 21ª edição, as quais orientam detalhadamente as formas de preservação, técnicas e planejamento de amostragem em recursos hídricos, bem como metodologias para determinação das variáveis físico-químicas e biológicas em laboratório. Estas foram coletadas com uso de embarcação a remo pelos técnicos do Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – IPAT, instituição na qual também foram realizadas as análises em questão.

Os parâmetros meteorológicos para correlação foram concedidos pela EPAGRI da cidade de Araranguá.

6.4 DIMENSIONAMENTOS A SEREM UTILIZADAS

Os dimensionamentos necessários para o projeto de piscicultura se encontram-se listadas abaixo:

- Tamanho, forma e volume do módulo minerado através de medição topográfica realizada a campo, conforme orientações da Cartilha de criação de peixes (GUIMARÃES, 2013);
- Aeradores conforme a empresa MAOF MADAN equipamento conhecidos como os mais eficiente produto para aeração na aquicultura, o aerador de pás da mesma é o resultado de anos de experiência na piscicultura da companhia e proporcionam uma esteira de aeração de aproximadamente 100 metros, para modelos acima de 3 HP. O equipamento possui caixa redutora diferenciada, que permite a economia de 15 a 20% no consumo de energia elétrica, comparado a outros aeradores no mercado. Assim aeradores de 01 cv, Duas pás desenvolvidas para maximizar a impulsão de água; 220 volts - Trifásico;
- Quantidades de peixes em diferentes cultivos: extensivo (1 peixe por m²); semi-extensivo (1 peixe por m²); intensivo (1 a 3 peixes por m²); super-intensivo (300 peixes por m²) (GUIMARÃES, 2013).

6.5 OBTENÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Inicialmente a escolha do módulo de lavra foi determinada a partir de visitas a campo e definição de tipologias para enquadramento. A definição das tipologias tamanho, forma e tempo de desativação determinaram sua seleção. Após tal definição, procedeu-se à realização das análises físico-químicas nos parâmetros temperatura, ph, transparência, oxigênio dissolvido, amônia. Os organismos mais

comumente utilizados para parametrização biológica foram as macrófitas aquáticas por meio de referências como (Esteves e Mercante et. al., 2008) entre outros.

Referente aos Parâmetros da piscicultura optou-se por separar os parâmetros específicos da piscicultura para esclarecimento e escolha do tipo de manejo a ser sugerido como a escolha da melhor espécie sendo eles solicitados por laboratório. Foram analisados duas análises de cada parâmetro (temperatura, ph, transparência, oxigênio dissolvido, amônia).

Para uma discussão mais detalhada dos resultados com relação à piscicultura, escolha da espécie e tipo de manejo a ser sugerido, os dados gerados pelas análises de água feitas no módulo escolhido foram comparada com características naturais de suporte hídrico (liminologia), como também legislativos. As eventuais comparações foram subsidiadas por bibliografias consagradas, bem como manuais técnicos referentes ao cultivo de peixes.

7 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção são apresentadas algumas características locais da área de estudo, sendo os resultados e a discussão das análises realizada, afim de, avaliar os condicionantes físicos e de qualidade da água para viabilidade da implantação de piscicultura em cavas desativadas.

7.2 CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

O clima Influência diretamente a maioria das atividades humanas, principalmente em regiões em que há predomínio de atividades agrícolas e ambientes sob a influência de rios e lagoas, geralmente sob a elevada influência da disponibilidade hídrica regional.

Segundo Nimer (1989), a região Sul de Santa Catarina apresenta clima do tipo mesotérmico relacionado às altitudes médias, apresentando-se do tipo temperado e com características de variáveis pluviométricas com marcante homogeneidade. Essas características climáticas estão associadas a diversos fatores como a posição geográfica, o relevo, a continentalidade, a maritimidade, cobertura vegetal e o sistema de circulação atmosférica. Como Característica marcante do clima da área de estudo pode ser citada a presença de duas estações bem definidas: verão e inverno.

Para elaboração deste estudo foram utilizados dados normais da estação meteorológica de Araranguá obtidos junto a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), os quais são apresentados nas tabelas 5 e 6. Essa estação encontra-se instalada sob as coordenadas geográficas de Latitude 28,53”S e Longitude 49,31”W, na cota topográfica 12,3m, sendo a mais próxima da área do estudo. As normais meteorológicas representam as condições médias das diferentes variáveis climáticas, de um longo período de sucessivos anos, não devendo ser interpretadas como uma realidade de cada ano.

Os dados estão compreendidos entre os anos de 1963 e 2003 sendo que a partir destes anos a estação foi desativada e substituída, em 2008 por uma estação

automática. O número de anos observados difere de uma variável para outra em função da data de instalação do instrumento na estação meteorológica.

Tabela 4 – Temperatura, Precipitação, Umidade e Evaporação

Meses	Temperatura (°C)					Precipitação (mm)		Dias de Chuva	Umidade Relativa do Ar (%)	Evaporação Total (piche)
	Média	Max.	Min.	Média Max.	Média Min.	Total	Max. 24h			
Jan	23,4	39,3	9,6	26,7	18,6	125,2	40,1	9,7	80,7	96,5
Fev	23,4	38,2	9,0	28,8	16,8	128,3	39,3	10,2	83,3	75,5
Mar	22,4	37,5	7,6	27,6	17,8	126,3	39,6	9,4	83,2	88,5
Abr	19,7	35,1	3	25,4	14,7	88,1	30,4	7,7	82,9	74,1
Mai	17,1	34,1	0,3	23,2	11,6	76,4	28,0	7,0	83,5	68,8
Jun	15,2	32,4	-3,2	21,5	9,6	85,9	31,6	7,3	83,6	63,4
Jul	14,3	39,6	-3,6	20,3	8,6	75,9	30,2	7,0	82,8	67,2
Ago	15,3	37,8	-1,8	21,2	9,5	104	36,3	7,7	88,1	79,3
Set	16,7	40,	0,6	21,9	11,7	133,7	41,9	9,7	82,3	72,1
Out	18,6	35,6	3,6	23,5	13,9	107,9	33,4	9,5	81,2	89,9
Nov	20,5	36,5	4,8	25,5	15,3	88,9	31,2	7,6	79,5	93,7
Dez	22,3	40,5	3,6	27,8	17,2	75,7	24,1	8,2	79,0	104,2
Anos de Observação	43	38	43	35	41	44	44	43	43	13

Fonte: EPAGRI (2016)

Tabela 5 – Nebulosidade, Insolação, Pressão, Velocidade e Direção dos Ventos.

Meses	Nebulosidade (1/10)	Pressão Atmosférica (mb)	Velocidade vento		Direção dos Ventos		Geadas (dias)
			(m/s)	(km/h)			
Jan	6,6	1009,8	0,8	2,88	SE	SW	0
Fev	6,7	1010,2	0,7	2,52	SE	SW	0
Mar	6,9	1011,7	0,7	2,52	SE	SW	0
Abr	6,0	1014,4	0,7	2,52	SW	SE	0
Mai	5,5	1015,6	0,6	2,18	SW	SE	0,1
Jun	5,7	1016,9	0,6	2,16	SW	SE	1,2
Jul	5,6	1018,1	0,8	2,88	SW	NE	1,3
Ago	6,2	1017,1	0,9	3,24	SW	SE	0,8
Set	6,8	1016,0	1,0	3,6	SW	SE	0,1
Out	6,9	1013,9	1,1	3,99	SW	SE	0
Nov	6,9	1011,4	1,2	4,32	SE	NE	0
Dez	6,1	1010,0	1,1	3,96	SW	SE	0
Anos de Observação	8	31	8	8	16		21

Fonte: EPAGRI (2016)

Com base nestes dados, realizando a classificação do clima, segundo a metodologia de Kopen (KOPEN GEIGER, 1928), a mesma indica que o clima da região é do tipo temperado úmido com verão quente (Cfa). A classificação “C” e decorrente de características como temperatura média do trimestre mais frio, composto pelos meses de junho, julho e agosto. Compreendidas entre -3C e 18C, temperatura média do mês mais quente superior a 10C e estações de verão e inverno bem definidas. O segundo termo da classificação (“f”) corresponde a clima úmido, com ocorrências de precipitação em todos os meses do ano e inexistência de estação seca definida. O terceiro termo (“a”) e decorrente da presença de temperatura média no mês mais quente (janeiro) superior a 22C.

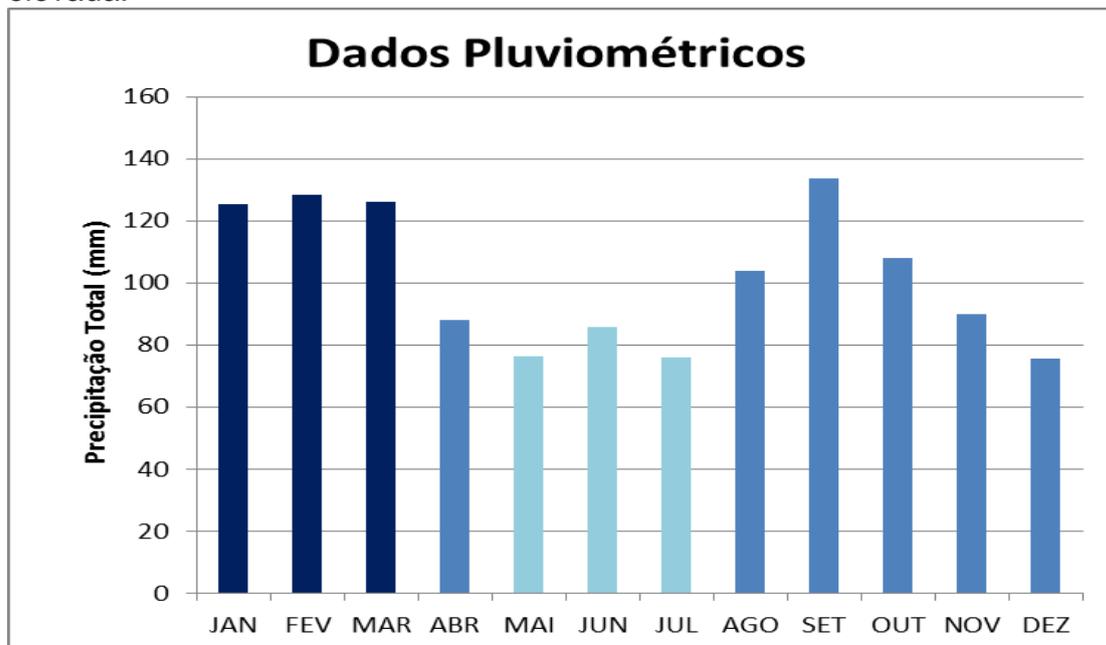
Com este histórico climático observado a aquicultura no estado de Santa Catarina evidencia uma boa evolução, constituída dos segmentos: piscicultura e maricultura. Graças a seu ótimo desempenho, o estado responde pelo título de principal produtor nacional de ostras e mexilhões e um dos maiores produtores brasileiros de peixes de água doce (BRDE, 2004).

7.3 PRECIPITAÇÃO

A precipitação são todas as formas de água, seja nos estados físicos, líquido ou sólido que caem das nuvens. Podem ocorrer na forma de aguaceiros, chuva, chuvisco, granizo e neve (BUZANELLO, 2014).

O perfil de análise de 48 anos de precipitação verificado com os dados da estação de Araranguá apresenta a estação de verão como a de maior precipitação total (janeiro, fevereiro e março), que sofre uma redução nos seus índices totais com ganho de força do sistema de frentes frias (outono e inverno). O trimestre com os menores índices de precipitação total é composto pelos meses de maio, junho e julho conforme figura 17. Em agosto os níveis precipitação apresentam um considerado incremento que apresenta seu ápice em setembro, mês que vem apresentando maior índice pluviométrico (133,7mm), e sofre redução gradual chegando em dezembro com índices pluviométricos semelhantes aos meses mais secos do ano (BUZANELLO, 2014).

Figura 17 – Precipitação total (mm). A escala colorimétrica indica o trimestre de precipitação indica o trimestre de precipitação mais elevada bem como menos elevada.



Fonte: Autor (2016)

A importância de entendermos os volumes aproximados de precipitação pluviométrica é fundamental para prevermos sistemas de trocas de água, através de renovação natural e sistemas de “ladrões”, para escoamento de eventuais precipitações exageradas no local, para que assim possamos preservar o cultivo em perfeitas condições.

7.4 ESCOLHA DA CAVA EM ESTUDO

A jazida em questão possui 14 cavas inundadas denominadas lagoas sendo duas em ativa remoção de mineral e outras 12 em processo de desativação e processo de recuperação. A cava utilizada (Figura 18) como parâmetro para proposta de reabilitação da área de estudo foi escolhida por ser a que possui mais tempo de desativação de 4 anos sendo que encontra-se atualmente em estágio de recuperação com taludes revegetados e com formato oval, tendo uma área de 14.381m² com média de profundidade de 5 metros conforme mapa batimétrico disponibilizado pela empresa em questão.

Figura 18 – Cava em estudo



Fonte: Do autor (2016)

7.5 TOPOGRAFIA

Conforme informações da empresa de mineração em que a cava(lagoa) esta localizada a área minerada possui topografia em relevo plano ou suave ondulado (0 a 8% de declive). Segundo Faria (2013), A piscicultura necessita prioritariamente de áreas com pouca declividade (até 3%).

Sendo a área com diferença de 5% da topografia desejada será feito correção topográfica com terraplanagem para que se tenha uma porcentagem ideal da área em questão, assim resolvendo o problema de meses chuvosos quando o nível da cava pode vir a ultrapassar os limites do talude. Para maior precaução também se tem instalado entre as cavas da jazida em estudo canos entre as mesmas para transbordo de águas. Todos os canos possuem telas nas bocas para evitar que os peixes passem para outra cava ainda não preparada para piscicultura.

Referente á topografia do fundo da cava, em análise ao mapa batimétrico constatou-se a existência de bolsões que terão correções juntamente com o parâmetro de solos onde foi empregada a alternativa de cobertura do fundo e paredes.

7.6 PROFUNDIDADE E VOLUME ÁGUA

Segundo Farias (2013), orienta para profundidade de 0,80 a 1,2 metros na parte mais rasa e 1,5 a 1,8 metros na parte mais funda. Já Medeiros (2013), afirma que os tanques-rede maiores de baixa densidade e alto volume apresentam tamanhos variados (6m x 6m até 20 m x 20 m) e circulares com diâmetros variando de 5 a 30 metros, com profundidade entre 2 e 5 metros, conforme o ambiente aquático

O volume de água foi calculado em função da área da cava e da profundidade; (média de Profundidade de 5m x área 14381m²) = aproximadamente 71.905 m³ de água sendo a profundidade um item de importância por determina a quantidade de água na cava, em nosso estudo como piscicultura para lazer não temos especificações de quantidade de água, pois no momento não se tem interesse em grande quantidade de peixes .

A profundidade em questão da lagoa influência muito nas propriedades físico químicas como o oxigênio dissolvido, temperatura e determinação da zona eufótica e afótica. Assim selecionando algumas espécies de peixes adaptáveis.

7.7 SOLOS

Conforme Faria (2013), Os solos argilosos são os mais favoráveis à piscicultura porque apresentam menor infiltração de água, permitindo a construção de viveiros mais estáveis. Já Medeiros (2013), afirma que o solo favorável e o que apresenta condições intermediárias entre o arenoso e o argiloso.

A região em estudo conforme análise feita pela jazida é composta por um solo areno-quartzoso que possui uma textura leve e granulosa, sendo composto, em grande parte, por areia e, em menor parte, por argila.

Sendo o solo de classificação areno-quartzoso não sendo o recomendado pelos manuais citado acima como ideal, mas podendo-se reparar esta condição com revestimento de uma camada de solo ideal que permita compactar as paredes e o fundo para evitar a infiltração excessiva de água. Procedendo com o esgotamento da cava para cobertura do fundo e paredes após reabastecendo a mesma.

O solo em questão apresenta falta de nutrientes por ser areno-quartzoso assim se tem a alternativa de adubação que pode ser feita junto com a camada de solo que será implantada no fundo do viveiro adicionando adubação química como superfosfatos simples e triplos ou orgânica denominado de adubo orgânico ou esterco. A principal finalidade da adubação é a de estimular o desenvolvimento de organismos que irão servir de alimento aos peixes em cultivo por isso se tem adubação em forma solúvel que pode ser aplicada uniformemente em todo o viveiro.

7.8 RESULTADOS PARÂMETROS DE ÁGUA

7.8.1 Classificação e Enquadramento dos Corpos Hídricos

Considerando que cabe ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), estabelecer o enquadramento dos corpos de água de Santa Catarina, enquanto não houver o Plano Estadual e os Planos de Bacias definidos, a Resolução 001/2008 define que:

Art. 1º - Adotar a classificação estabelecida pela Resolução 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), enquanto não aprovado o novo enquadramento dos corpos d'água superficiais do estado de Santa Catarina, baseado em estudos técnicos específicos;

Art. 3º - Os enquadramentos originados das propostas constantes dos Planos de Bacias existentes, e já aprovados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), permanecem inalterados.

Para tanto, a Resolução CONAMA 357/2005, que 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, diz que:

Art. 42 - Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinara a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Tendo em vista a vigência das informações supracitadas, os cursos d'água da região em estudo são enquadrados como Classe 2 para água doce, e seus parâmetros de qualidade da água são estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357 de 2005. Diante desta resolução, os usos preponderantes para as águas de tal classe podem ser observados na figura 19.

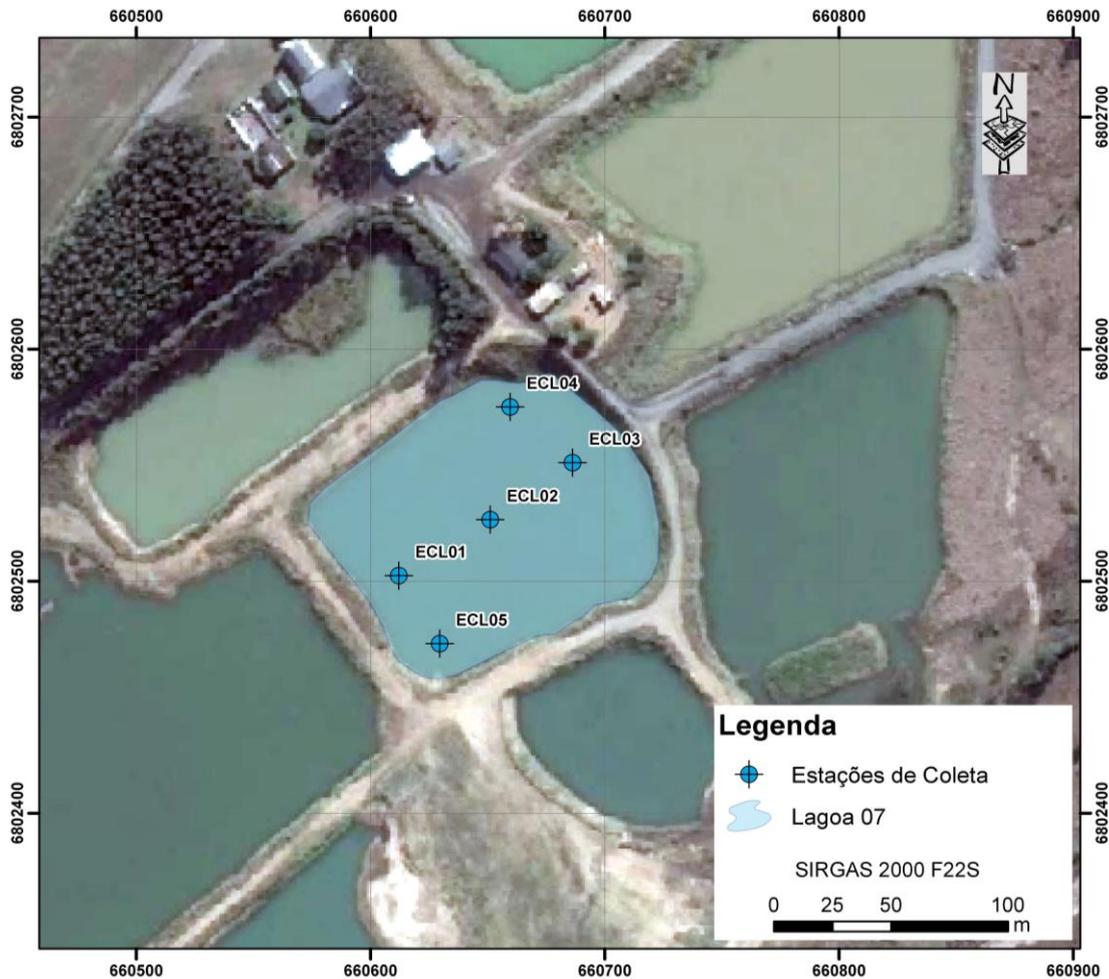
Figura 19 – Classificação dos Cursos de Água

USOS DAS ÁGUAS DOÇES		CLASSES DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA				
		ESPECIAL	1	2	3	4
PRESERVAÇÃO DO EQUILÍBRIO NATURAL DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS		Mandatório em UC de Proteção Integral				
PROTEÇÃO DAS COMUNIDADES AQUÁTICAS			Mandatório em Terras Indígenas			
RECREAÇÃO DE CONTATO PRIMÁRIO						
AQUICULTURA						
ABASTECIMENTO PARA CONSUMO HUMANO		Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento conv. ou avançado	
RECREAÇÃO DE CONTATO SECUNDÁRIO						
PESCA						
IRRIGAÇÃO			Hortalças consumidas cruas ou frutas ingeridas com película	Hortalças, frutíferas, parques, jardins e campos de esporte	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS						
NAVEGAÇÃO						
HARMONIA PAISAGÍSTICA						

Fonte: Agência Nacional de Água, adaptado pelo Autor (2016)

Conforme relevância nos manuais especializados em cultivo de peixes e viabilidade financeira se analisou apenas parâmetros de temperatura, transparência, oxigênio dissolvido e amônia, os resultados foram fornecidos pelo laboratório do IPAT a qual foi encaminhada análises. Os parâmetros de temperatura e oxigênio dissolvido (SMEWW - Method 4500-O G (Eletrodo de Membrana)) foram analisados em 5 pontos estratégicos sendo que não se aprofundou a o funda da cava por limitação do aparelho utilizado, resultando na coleta em superfície do cava, a um metro e a 2 metros de profundidade. Os parâmetros de transparência (DISCO DE SECCHI), ph (SMEWW 4500-H+ B (Potenciométrico)) e amônia (Cromatografia Iônica) foram analisados em três pontos nas duas extremidades e centro da cava em questão conforme Figura 20.

Figura 20 – Localização estação de coleta



Fonte: Do autor (2016)

7.9 TEMPERATURA

A temperatura é um parâmetro que influencia diretamente nos processos biológicos existentes no planeta, sendo diferentes comunidades de microorganismos adaptadas a distintos níveis térmicos (NESI, 2006).

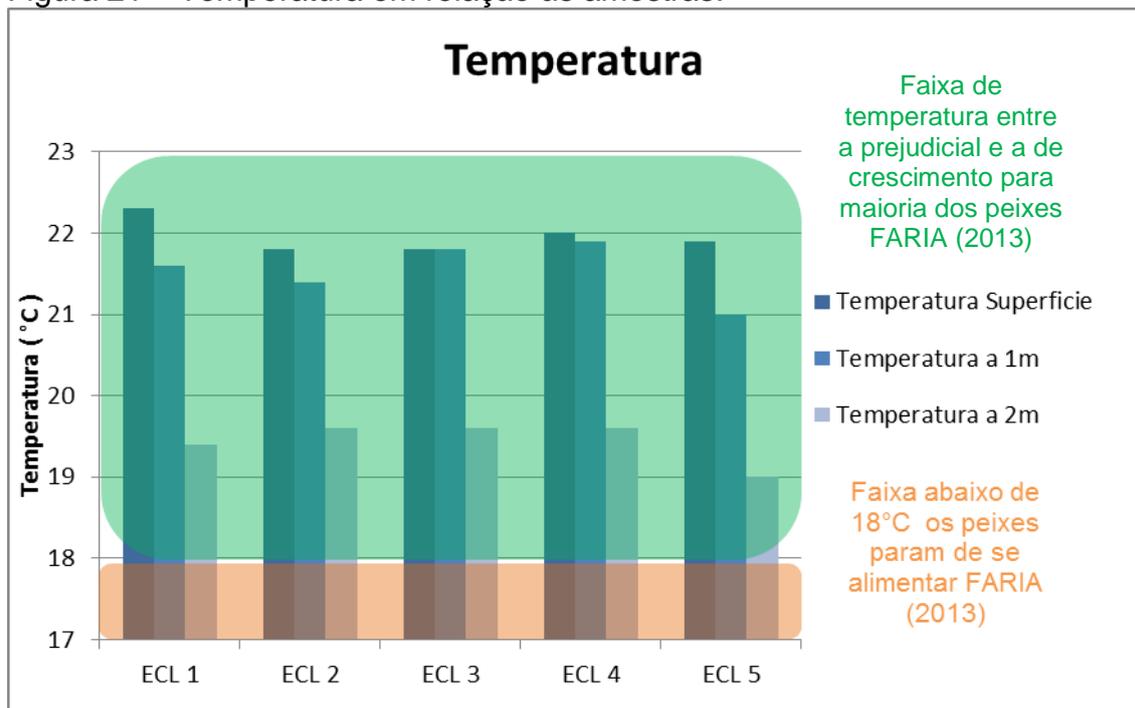
A tabela 7 traz resultados obtidos com amostra de água coletadas na cava em estudo.

Tabela 6 – Análise da temperatura em relação ao ideal para piscicultura

Temperatura água da cava analisada (°C)	Superfície (°C)	A 1m da superfície (°C)	A 2m da superfície (°C)	Média temperatura (°C)
ECL 1	22,3	21,6	19,4	21,43
ECL 2	21,8	21,4	19,6	21,60
ECL 3	21,8	21,8	19,6	22,07
ECL 4	22,0	21,6	19,6	22,50
ECL 5	21,9	21,0	19,0	22,30
Média	21,96	21,54	19,44	

Fonte: Do autor (2016)

Figura 21 – Temperatura em relação às amostras.



Fonte: Do autor (2016)

Conforme a (Figura 21), a média das análises em superfície da lagoa em questão é de 21,96° graus ficando fora do parâmetro ideal para crescimento ótimo para maioria dos peixes, sendo que a 1 metro a média foi 21,54°, muito próxima da superfície mantendo temperatura pela entrada de radiação solar. Já média das amostras observadas a 2 metros foi 19,44°, assim já tendo uma alteração significativa, pois a menor absorção de radiação solar entrando na zona afótica. Porém, Medeiros (2013), afirma que temperatura prejudicial seria abaixo de 18,00°,

quando os peixes param de se alimentar e a temperatura estando abaixo de 10 ocasiona a baixa imunidade e possibilita o aparecimento de doenças. Assim as esta temperaturas de superfície, a 1 metro e a 2 metros tem-se o desenvolvimento dos peixes mais lento e não tão rápido quanto para engorda. Sendo a variação da temperatura influencia direta nos processos fisiológicos e comportamentais dos peixes diminuindo sua alimentação e reprodução mas vale salientar que nosso estado tem estações do ano bem definidas e nos dias em que a água esta com temperatura elevada os peixes se refugiam em profundidades mais elevadas onde o oxigênio dissolvido esta em baixo teor.

Para resolver este problema sugere-se a instalação de aerador quando necessário como no verão, oxigenando a água e permitindo que os peixes fiquem em profundidades elevadas, onde a temperatura esteja em conformidade a sua necessidade.

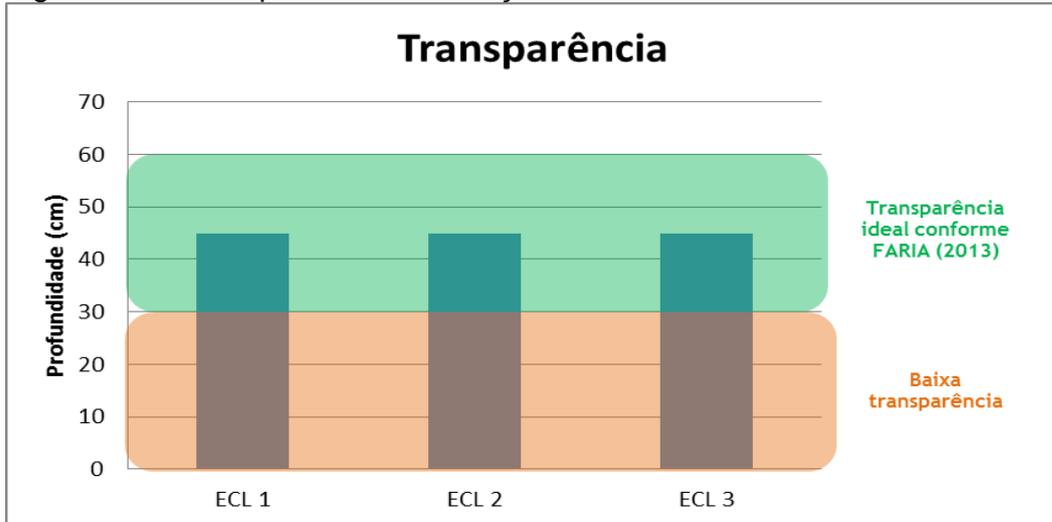
7.10 TRANSPARÊNCIA

Tabela 7 – Parâmetro transparência em conformidade com manuais.

Transparência	Cava em estudo (cm)	Faria, (2013) (cm)	Medeiros (2013) (cm)
ECL 1			
ECL 2			
ECL 3	30 e 45	30 e 60	35 a 60
Média			

Fonte: Do autor (2016)

Figura 22 – Transparência em relação à amostra.



Fonte: Do autor (2016)

A água de cava quando é transparente possibilita que se veja o fundo do local, e é um deserto de produção biológica assimilável; conseqüentemente, faltam os alimentos naturais para o desenvolvimento dos peixes que na cava em estudo não acontece por possuir uma transparência adequada. Já o fundo, com turvação da água, impede a penetração dos raios solares na coluna de água. A luz solar é fonte de energia essencial para os vegetais clorofilados (algas), que produzem substâncias orgânicas, por meio de um processo chamado fotossíntese. Por isso, a transparência é um fator muito importante para a piscicultura.

As três estações analisadas conforme (Figura 22 e Tabela 8) ficaram entre 30 e 45 cm estando dentro dos padrões estabelecidos pelos manuais citados abaixo.

A transparência ideal para o cultivo de peixes é na faixa de 35 a 60 cm (MEDEIROS, 2013).

O ideal para criação de peixes é que o disco possa ser visto entre 30 e 60 centímetros de profundidade, indicando a existência de quantidade adequada de plâncton (água levemente esverdeada). Se o disco desaparecer da visão antes da profundidade de 30 centímetros, a indicação é de baixa transparência, devendo-se cessar a adubação/ fertilização do viveiro, e aumentar o fluxo de água, a fim de trocar parte da água do viveiro. Nesta condição, corre-se o risco dos peixes morrerem por falta de oxigênio, principalmente no período noturno (FARIA, 2013).

7.11 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O oxigênio dissolvido é de importância vital para os seres vivos aquáticos aeróbios. Seu desequilíbrio ocasiona a morte de peixes e microorganismos, devido a um aumento na demanda bioquímica de oxigênio.

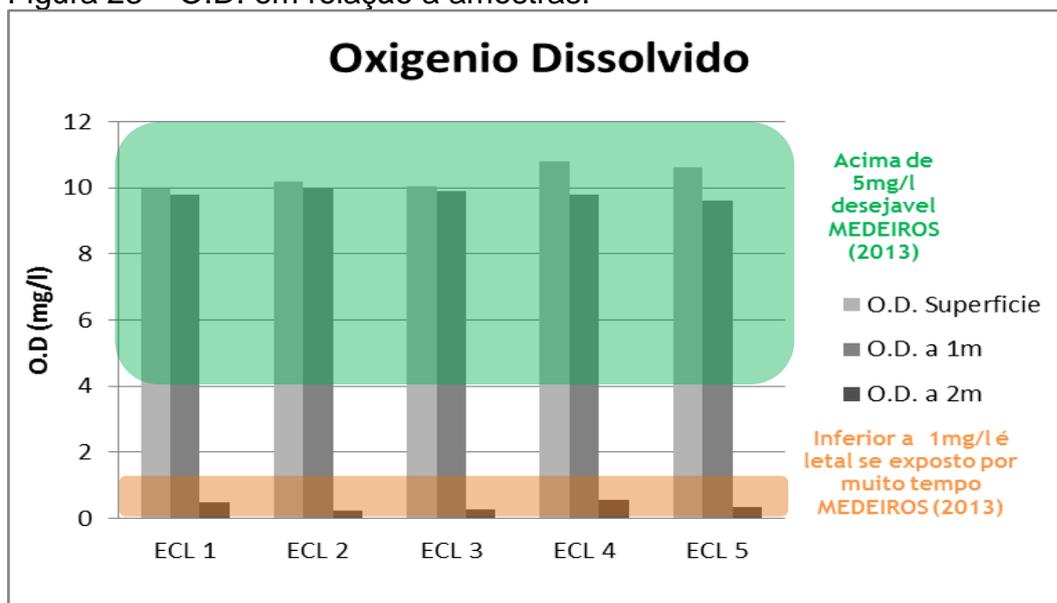
Analisados os cinco pontos da cava, obteve-se resultados na tabela 9 abaixo relacionados com o ideal para piscicultura.

Tabela 8 – Análise do oxigênio dissolvido em relação ao ideal para piscicultura

O.D.na água da cava analisada (mg/l)	Superfície (mg/l)	A 1m da superfície. (mg/l)	A 2m da superfície. (mg/l)
ECL 1	9,97	9,8	0,5
ECL 2	10,2	9,97	0,22
ECL 3	10,03	9,89	0,26
ECL 4	10,8	9,8	0,56
ECL 5	10,6	9,6	0,35
Média	10,32	9,812	0,378

Fonte: Do autor (2016).

Figura 23 – O.D. em relação a amostras.



Fonte: Do autor (2016)

A resolução do CONAMA 357 para água doce de classe 2 tem como limite de oxigênio dissolvido ≥ 5 mg/l

Conforme Faria (2013), os peixes em geral exigem concentração de O.D. acima de 5mg/l. Exposição contínua a níveis inferiores a 3mg/l pode levar ao estresse, com conseqüente diminuição da resistência, aumentando, assim, a incidência de doenças e mortalidade.

Medeiros (2013), afirma ainda que a concentração de O.D. mais indicada para a criação de peixes tropicais é acima de 5 mg/litro. Os níveis de O.D. na água e suas conseqüências podem ser observados como: acima de 5mg/l são ideais, entre 1 e 5 mg/l os peixes sobrevivem, mas pode haver diminuição das taxas de crescimento se a exposição for muito prolongada, inferior a 1 mg/l é letal, se exposto por tempo prolongado.

Com isso se observa que os resultados conforme tabela 23 de superfície e até a profundidade de 1 metro se tem um parâmetro viável para criação de peixes em geral. Como não se tem uma medição específica de 1,5m supõe-se que esteja em média 5mg/l. Abaixo de 1,5m não seria viável para criação de peixes tropicais porém neste mesmo estudo são indicadas de espécies que serão resistentes a esta variável de O.D. e que este parâmetro pode ser alterado com implantação de aeradores.

O parâmetro temperatura na estação do ano verão pode aumentar isso faz com que os organismos utilizem duas vezes mais oxigênio dissolvido a cada elevação de 10 °C na temperatura assim confirmando instalação do aerador nesta época do ano.

7.12 PH

A influência, tanto direta como indireta, do ph sobre os ecossistemas aquáticos naturais, dá-se devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Indiretamente é muito importante podendo em determinadas condições contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados,

em outras condições podendo exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (CETESB, 2016).

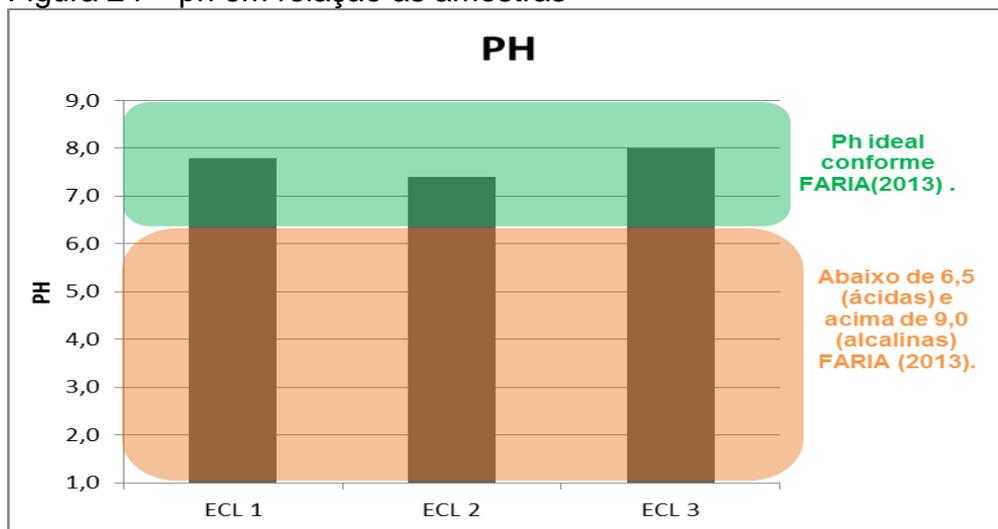
Com resultado de ph das extremidades da cava e no centro pode-se fazer uma comparação com o ideal para piscicultura conforme Tabela 10 abaixo.

Tabela 9 – Parâmetro ph em conformidade com manuais.

PH	Cava em estudo	Faria, (2013)	Medeiros (2013)
ECL 1	7,8		
ECL 2	7,4	6,5 e 9,0	6,5 a 8,0.
ECL 3	8,0		

Fonte: Do autor (2016)

Figura 24 – ph em relação as amostras



Fonte Do autor (2016)

A resolução do CONAMA 357 para água doce de classe 2 tem como limite de ph 6 a 9.

Conforme Faria (2013), a faixa ótima para criação de peixes situa-se entre 6,5 e 9,0. Águas com ph abaixo de 6,5 (ácidas) e acima de 9,0 (alcalinas) são prejudiciais ao crescimento e reprodução dos peixes.

Já Medeiros (2013), afirma que para produção de peixes, os valores mais adequados estão na faixa de 6,5 a 8,0. Valores de ph menores que 4 e acima de 11 podem ser letais para algumas espécies de peixe.

A respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição são os cinco fatores que causam a mudança de ph na água. Alterações no ph da água podem provocar até mesmo altas mortalidades em peixes, especialmente em espécies que apresentam maior dificuldade de estabelecer o equilíbrio osmótico ao nível das brânquias, o que determina grandes dificuldades respiratórias.

Análises conforme (Figura 25) indicam que ph esta dentro do padrão para piscicultura conforme manuais e se houver mudanças de ph com a colocação dos peixes pode-se equilibrar com soluções químicas e até mesmo uma troca total da água da lagoa em questão.

7.13 AMÔNIA

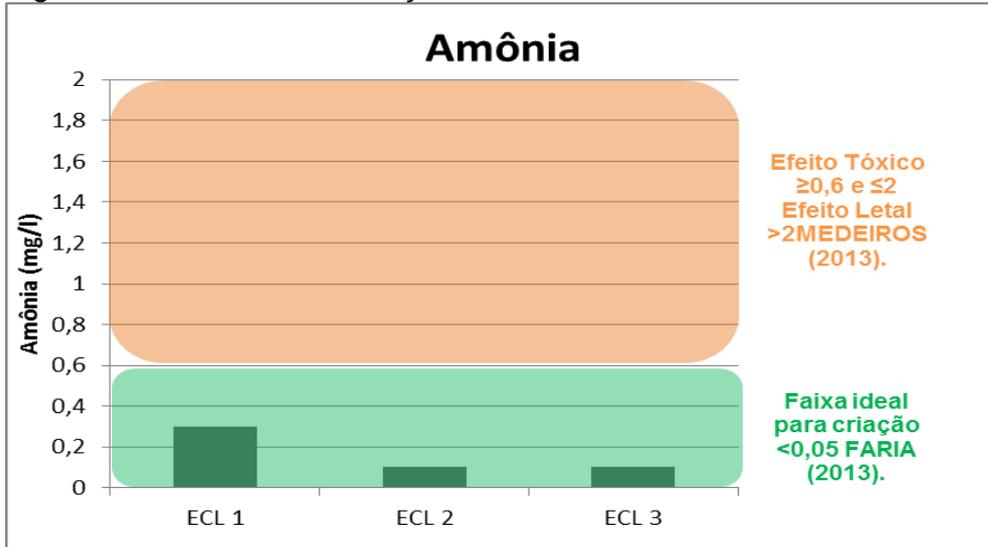
A amônia vem dos esgotos, descargas industriais e agrícolas e como resíduo natural do processamento das proteínas pelos peixes. A amônia tem formas mais e menos tóxicas. A forma chamada não-ionizada (NH_3) é mais tóxica que a ionizada (NH_4^+).

Tabela 10 – Parâmetro amônia em relação aos intervalos de sobrevivência de peixes.

Amônia (mg/L)	Cava em estudo (mg/L)	Faria (2013) (mg/L)	Medeiros (2013) (mg/L)
ECL 1	0,3	Faixa ideal para criação <0,05	Efeito Tóxico
ECL 2	<0,1		$\geq 0,6$ e ≤ 2
ECL 3	<0,1		Efeito Letal >2

Fonte: Do autor (2016)

Figura 25 – Amônia em relação às amostras



Fonte: Do autor (2016)

O resultado da amostradas coletadas em conformidade com manual de piscicultura estão na Tabela 11 acima.

A resolução do CONAMA 357 para água doce de classe 2 tem como limite de Nitrogênio amoniacal (3,7mg/l-pH≤7,5), (2,0mg/l-7,5<pH≥8,0), (1,0mg/l-8,0<pH≥8,5), (0,5mg/-pH>8,5).

Na estação de coleta 1 se observou 0,3mg/l estando dentro da faixa ideal para piscicultura se mantendo em alerta para a proximidade do limite da faixa ideal para efeito toxico de 0,6mg/l, já as estações 2 e 3 estão abaixo de 0,1mg/l demonstrando estarem dentro dos padrões.

Conforme a Figura 25 podemos observar a instabilidade entre as estações justificadas pelo desnível do fundo da cava podendo elevar o índice de amônia devido à interferência da temperatura e ph.

Os níveis baixos de amônia viabilizam a água da lagoa em questão, mas não deixa de colocar em alerta um monitoramento deste parâmetro, pois os níveis podem alterar conforme a mudança de temperatura e ph. Após colocar os peixes na lagoa sua presença pode elevar principalmente pela excreção direta dos peixes através das brânquias, adubos nitrogenados e alimento não consumido, sendo que a exposição contínua ou frequente a concentrações de amônia pode causar intensa irritação e inflamação nas brânquias e a mortandade dos peixes.

7.14 SISTEMA DE PRODUÇÃO (CRIAÇÃO) E TIPO DE CULTIVO

O sistema será o extensivo conforme tabela 12 abaixo, pois a cava em questão não terá qualquer tipo de renovação de água artificial somente natural por lençol freático e precipitação, sendo assim delimitada como mono ou policultivo que conforme Faria (2013), seria uma ou mais espécies de hábitos alimentares diferentes são criadas no mesmo viveiro, explorando melhor as fontes naturais de alimento existentes. A escolha por sistema extensivo não impede de que na época de estiagem a cava seja abastecida por água de outra cava próxima da mesma sendo que esta água passe por análise físico química para não comprometer a saúde dos peixes.

O estudo em questão terá como inicio uma espécie apenas posteriormente com mais estudos se determinara viabilidade de outras espécies.

Tabela 12 – Características dos sistemas de criação de peixes.

Sistema de Criação				
Característica	Extensivo	Semi-Intensivo	Intensivo	Superintensivo
Renovação de água	Normalmente não há renovação de água	De 1% a 5% do volume total do viveiro ao dia (24 horas).	De 5% a 10% do volume total ao dia (24 horas).	Mínimo de uma renovação total por hora.
Densidade	Em torno de 1 peixe/5m ²	1 peixe/m ² de lâmina de água.	Acima de 3 peixes/m ² de lâmina de água.	Acima de 70 peixes/m ³
Tipo de criação	Policultivo	Mono ou Policultivo	Monocultivo	Monocultivo

Fonte: Faria (2013)

7.15 AERADORES

Conforme análise de oxigênio dissolvido e variação de temperatura e para um ambiente saudável e com bons índices e recomendável o uso de aeradores para garantir níveis adequados de oxigênio como para homogeneizar a temperatura da água ao longo da coluna, reduzindo assim o problema de estratificação térmica e os problemas pela inversão térmica. O estudo em questão não tem quantidade de peixes determinada por este motivo o modelo de aerador sugerido é o da empresa MAOF MADAN de pás que proporcionam uma esteira de aeração de aproximadamente 100 metros isso referente ao tamanho da lagoa.

7.16 ESCOLHA DA ESPÉCIE

Analisando todos os fatores sugeridos pelos manuais em conformidade a realidade da cava em questão sugere-se a orientação do Medeiros (2013), onde afirma que no Sul e Sudeste do Brasil, o peixe exótico como tilápia (*Oreochromis niloticus*), são de fácil reprodução, resistentes a doenças, tolerantes a baixos teores de oxigênio, aceitam altas taxas de densidade no viveiro, têm carne saborosa e poucos espinhos. Adapta-se a diferentes sistemas de criação e aceita grande variedade de alimentos, naturais ou ração (FARIA, 2013).

Segundo o mesmo autor, a produção nacional mostra uma preferência pela tilápia, peixe que não é brasileiro, mas se tornou estrela da piscicultura comercial pelo sabor da carne e rendimento em filé, chegando a aproximadamente 40% de toda a produção nacional.

Além dos índices acima temos casos como o cultivo de tilápias em tanques-redes tem ajudado na recuperação ambiental de áreas degradadas pela mineração de areia no Vale do Rio Paraíba do Sul, Estado de São Paulo. Cerca de 250 cavas marginais, distribuídas em cerca de 30 hectares estão sendo utilizadas para a piscicultura (FARIA, 2013).

8 CONCLUSÃO

A pesquisa comprovou a importância do diagnóstico ambiental, aliando referenciais bibliográficos e incursões a campo, no intuito da caracterização local e de indicadores de avaliação da qualidade hídrica que representem as condições limnológicas necessárias à implantação da piscicultura. Os parâmetros de qualidade de água, físicos, e biológicos representam condições limitantes ao desenvolvimento das espécies de peixes, desta forma, foram elencados através de bibliografias para o correto estudo de viabilidade.

As visitas a campo permitiram a realização da coleta de dados e de amostras de água em locais específicos e mapeados, feitas em intervalos estratégicos, de modo que se gerou informações utilizadas para a identificação de tendências e apoio a elaboração do diagnóstico de viabilidade da cava para piscicultura.

Os manuais do SEBRAE, EPAGRI, CODEVASF, e CEPLAC representam uma ótima estratégia para enquadramento da proposição dos tipos de cultivo e espécies de peixes que terão maior adaptação, resistência e reprodução, representando uma base consolidada de experiências locais e regionais.

Considerando os resultados da pesquisa, em âmbito local, pode-se elencar os seguintes tópicos:

- Que o clima da região é propício para piscicultura tendo estações do ano bem definidas;
- A topografia é favorável, possuindo declividade baixa;
- As condições do solo apresentam algumas limitações, mas que podem ser supridas com adubação;
- O tamanho 14381m² com média de profundidade de 5 metros contendo 71.905m³ de água estando dentro dos parâmetros para piscicultura se tratando de uma proposta de poucas espécies;
- A análise de temperatura da água apresentou parâmetro regular dentro de uma conformidade descrita como de crescimento normal para peixes exóticos como tilápia;
- O ph, transparência e amônia apresentaram resultados favoráveis, ressaltando que após implantação dos peixes estes terão que ser monitorados frequentemente para vitalidade dos peixes;

- O parâmetro de oxigênio dissolvido na superfície a 1 metro apresentou resultados favoráveis à criação de peixes no sistema extensivo já a 2,5 metros profundidade houve uma queda significativa enfatizando pesquisas futuras para criação de peixes em tanques redes e estudos mais aprofundados em espécies resistentes a baixo teor de oxigênio;
- Viabilidade a piscicultura pelo sistema extensivo com monocultivo de tilápia;
- Após todas estas discussões mantém-se como projeto inicial piscicultura para pesque-pague com ênfase no lazer e não de comercialização.

Deve ser ressaltado que para trabalhos futuros, o modelo de reabilitação ambiental proposto para a área de extração de areia em Araranguá, necessita de maior detalhamento de parâmetros de qualidade da água em diferentes profundidades. Pode-se aprofundar este estudo com o detalhamento de eficiência e instalação de aeradores, bem como implantação de tanques redes suspensos. As novas abordagens devem conter planilha orçamentaria para uma produtividade objetivando a comercialização e um balanço financeiro.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, W.A.P.; MELLO, J.W.V. Fundamentos de pedologia e Geologia de Interesse no processo de Recuperação de uma área degradada. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. de. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 15-26.

APHA , Standard methods for the Examination of Water and Wastewater. **Centennial Edition**. 22. ed. Washington, 2011.

ALTVATER, E. **O preço da riqueza**. São Paulo: UNESP, 1995.

ALBUQUERQUE, P.T.F. Ministério da Educação – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral. **A aquícultura como alternativa de reabilitação ambiental para áreas mineradas na Região Metropolitana do Recife – RMR e Goiana/PE**. Goiana, PE: UFPE, 2008.

ALEXANDRE, N.Z. **Notas de Aula da Disciplina de Indicadores de Qualidade Ambiental**. Criciúma, Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), 6. rev. jul. 2007, 23 p.

ALMEIDA, R.O.P.O.; SÁNCHEZ, L.E. Revegetação de áreas de mineração: Critérios de monitoramento e avaliação de desempenho. **Revista Árvore**, Viçosa/MG, v. 29, n. 01, p. 47-54, jan./fev. 2005.

AMARAL JÚNIOR, H. **Manual de reprodução de peixes de água doce com cultivo comercial na Região Sul do Brasil**. Florianópolis: Epagri, 2007. 53 p. (Epagri. Boletim Técnico, 136).

ARAÚJO, G.H.S; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A.J.T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13030**: Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Rio de Janeiro: ABNT, 1999. 5 p.

_____. **NBR 9896**: Glossário de Poluição das Águas – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 94 p.

AZEVEDO NETTO, J.M. de. Novos conceitos sobre eutrofização. **Revista DAE**, vol. 48, n.º 151, mar./jun. 1988.

BARRETO, M.L. Fechamento de minas: a procura de um tratamento legal. In: VILLAS BÔAS, R.C.; BARRETO, M.L. (Orgs.). **Cierre de minas**: Experiências em ibero américa. Rio de Janeiro: CYTED/IMAAC/UNIDO, 2000. p. 99-112.

BARRETO, M.L. **Mineração e Desenvolvimento Sustentável: desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 215 p.

BEI. **Minerais ao alcance de todos**. São Paulo: BEI Comunicação, 2004. (Coleção entenda e aprenda).

BITAR, O.Y. **Avaliação da Recuperação de Áreas Degradadas por Mineração na Região Metropolitana de São Paulo**. Universidade de São Paulo – USP: São Paulo, 1997. 193 f. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Minas. São Paulo, 1997.

BITAR, O.Y., BRAGA, T.O. **O meio físico na recuperação de áreas degradadas**. In: BITAR, O.Y., coord.. Curso de geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: ABGE/IPT-Digeo, 1995. p.165-179. (Série Meio Ambiente)

BRANCO, S.M. **Hidrologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 3. ed. São Paulo, CETESB, 1986. 620 p.

BRASIL. Casa Civil. Decreto n.º 97.632, de 10 de abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **[Diário Oficial da República]**, Brasília, DF: 10 abr. 1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm>. Acesso em: 10 set 2016.

CHAMBERS, R. H., Lo, B. C. Y., & Allen, N. A. (2008). The impact of intensive mindfulness training on attentional control, cognitive style, and affect. *Cognitive Therapy and Research*, 32, 303–322.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **[Diário Oficial da República]**, Brasília, DF: 17 fev. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 10 set 2016.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **[Diário Oficial da República]**, Brasília, DF: 22 dez. 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: 10 set 2016.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução CONAMA nº 006, de 24 de janeiro de 1986. Dispõe sobre a aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento. **[Diário Oficial da República]**, Brasília, DF: 17 fev. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=29>>. Acesso em: 10 set 2016.

_____. Constituição Federal (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1998. Disponível: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 12 set 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Plano Diretor para a Região Metropolitana do Recife**. DNPM, 1995. Disponível em: <<http://www.dnmp.gov.br/>>. Acessado em 10 set 2016.

_____. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral: 2013**. Brasília, DF: 2013. Disponível em: <https://sistemas.dnmp.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=9273>. Acesso em: 10 set 2016.

_____. Lei n.º 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. **[Diário Oficial da República]**, Brasília, DF: 2 set. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938compilada.htm>. Acesso em: 10 set 2016.

_____. Lei no 98.812, de 9 de janeiro de 1990. Regulamenta a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e dá outras providências. **[Diário Oficial da República]**, Brasília, DF: 10 jan. 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D98812.htm>. Acesso em: 10 set 2016.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Histórico da Mineração Brasileira**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/Novo_Marco_Mineracao/Linha_do_tempo.pdf>. Acesso em: 10 set 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução n.º 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília, DF: 28 dez. 2009: **[Diário Oficial da União]**, nº. 249, 30 dez 2009, p. 81-84. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 10 set 2016.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Licenciamento Ambiental**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/portal-nacional-de-licenciamento-ambiental/licenciamento-ambiental>>. Acesso em: 11 set 2016.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 275 p.

BRDE, Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. Agência de Florianópolis. Gerência de Planejamento. **Cultivo do camarão em Santa Catarina: panorama geral, reprodução e larvicultura**. Florianópolis: BRDE, 2004. 101 p.

BUZANELLO, D.B. **Projeto Criação de Tilápias em Tanques-Redes**. Araranguá, SC: 17 jan. 2014.

CASTRO, J.P.C. Reabilitação de Áreas Degradadas: Aspectos Legais. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. de. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 09-13.

CETESB. Significado Ambiental e Sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. São Paulo. Apêndice A. 2009. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/água/aguas-superficiais/variaveis.pdf>>. Acesso em: 08 set 2016.

CHAMBERS, P.A.; LACOUL, P.; MURPHY, K. J.; THOMAZ, S.M. Global diversity Of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrob.* n. 595, p. 9-26, 2008.

CORRÊA, R.S. **Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração no Cerrado Manual para Revegetação**. Brasília: Universa, 2005. 186 p.

CPRH. Companhia Pernambucana do Meio Ambiente **Roteiro complementar para o licenciamento ambiental e a obtenção de títulos minerários**: Manual do minerador, Recife/PE. CPRH. 2006. 45p.

DERISIO, J.C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus, 2000. 164 p.

DIAS, L.E.; GRIFFITH, J.J. Conceituação e caracterização de áreas Degradadas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. de. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 1-7.

DÖÖS, B.R.; SHAW, R. Can we predict the future food production? A sensitivity analysis. In: **Global Environmental Change**, n.º 9, p. 261-283, 1999.

ENGEL, V.L.; PARROTA, J.A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P.Y. et. al. (Orgs.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu, SP: FEPAF, 2003. p. 03-25.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: FINEP, 1998. 602 p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department. **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Roma, 1998. 114p.

_____. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department. **Exame mundial da pesca e aquicultura**. FAO, 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/statistics/en/>>. Acesso em: 17 set 2016.

FARIA, R.H.S. de; MORAIS, M.; SORANNA, M.R.G de S.; SALLUM, W.B. **Manual de Criação de Peixes em Viveiro**. Brasília: Codevasf, 2013.

FRANCHI, J.G. **Aplicações de turfa na recuperação de solos degradados pela mineração de areia**. São Paulo: USP, 2000. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia – área de concentração Engenharia) Universidade de São Paulo, Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas, 2000.

GOLDFAJN, I. Indústria mineral vem apresentando bom desempenho nas últimas décadas. **Minérios & Mineraleis**, São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.revistaminerios.com.br>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

GUIMARÃES, A.F. **Criação de Peixe**. Ilhéus, BH: Ceplac, 2012. 28 p.

HERRERA, B. **Improving sustainability in mines closure by transforming open pits into fish farms**. Dissertation. Abstract. University of Cambridge – Department of Engineering. 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais> . Acesso em: 10 Set. 2016

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração**: técnicas de revegetação. IBAMA. Brasília, 1990. 96 p.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. Comissão Técnica de Meio Ambiente. Grupo de Trabalho de Redação. **Mineração e Meio Ambiente**. Brasília: IBRAM, 1992. 126 p.

IRGANG, B.E.; GASTAL JR, C.V.S. **Macrófitas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Botânica/UFRGS, 1996. 290p.

KOPEZINSKI, I. **Mineração x meio ambiente**: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 103 p.

LEMES, M.J.L. **Avaliação de metais pesados e elementos-traço em águas e sedimentos das bacias hidrográficas dos rios Mogi Guaçu e Pardo, São Paulo**. Universidade de São Paulo – USP: São Paulo, 2001. 248 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na área Tecnologia Nuclear) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, 2001.

LOES, R.H. Ações do IBAMA na recuperação de áreas degradadas. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. p 246-251.

LUZ, A.B.; SAMPAIO, A.S.; FRANÇA, S.C.A. **Tratamento de Minérios**. 5. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. 965 p.

MACÊDO, J.A.B. de. **Águas & Águas**. 2. ed. atual e rev. São Paulo: Varela, 2004. 977 p.

MARTINS, E.F.L. (Coords.). **Manual de orientação básica ao pequeno e médio minerador**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Minas e Energia, 2001. 60 p.

MEDEIROS, F. das C. de; MORAES, A.J. de. **Como iniciar piscicultura com espécies regionais: saiba como obter lucros criando peixes nativos das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste**. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Brasília; SEBRAE, 2013, 46 p. il.; color.

MERCANTE, C.T.J.; ESTEVES, K.E.; PEREIRA, J.S.; OSTI, J.S. **Limnologia na Aqüicultura: estudo de caso em pesqueiros**. São Paulo: IP, 2008. 15 p.

NESI, M. **Diagnóstico das Águas Superficiais da Microbacia do Rio Rocinha, Lauro Müller – SC**. Trabalho de Conclusão de Curso, 124 f. (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Extremo Sul Catarinense – Unesc, 2006.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1989. 421 p.

OLIVEIRA JÚNIOR, J.B. **Desativação de empreendimentos mineiros: estratégias para diminuir o passivo ambiental**. Universidade de São Paulo – USP: São Paulo, 2001. 248 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral), Universidade de São Paulo, Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas, 2001.

OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Piscicultura: Fundamentos e Técnicas de Manejo**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211p.

PACHECO, E.M. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Profissional e Tecnologia. **Aqüicultura**. Brasília: Ideal, 2006.

PEREIRA, R.M. **Fundamentos de prospecção mineral**. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 167 p.

RANA, K.J. **Guide lines on the collection of structural aquaculture statistics**. Supplement to the Program for the world census agriculture 2000. FAO Statistical Development. Series, 5b. Roma: FAO, 1997. 56 p.

RIBEIRO, K.D.K.F. **Classificação dos ambientes marinhos**. Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/classificacao-dos-ambientes-marinhos.htm>>. Acesso em: 31 de ago 2016.

SANTA CATARINA. Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA. Resolução CONSEMA nº 01, de 14 de dezembro de 2006. Aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental passíveis de licenciamento ambiental pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA e a indicação

do competente estudo ambiental para fins de licenciamento. **Diário Oficial do Estado**, Florianópolis: 14 dez. 2006. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=249911>>. Acesso em: 10 set 2016.

_____. Decreto n.º 2.955, de 20 de janeiro de 2010. Estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental a ser seguido pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA, inclusive suas Coordenadorias Regionais – CODAMs, e estabelece outras providências. **Diário Oficial do Estado**, Florianópolis: 20 jan. 2010. Disponível em: <<http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2010/002955-005-0-2010-002.htm>>. Acesso em: 10 set 2016.

_____. Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI. **Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina Epagri/IBGE 2004**. Florianópolis: EPAGRI, 2014. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/termo_de_compromisso_ibge_shp.jsp>. Acesso em: 10 set 2016.

SANTOS E.S. **Caderno Pedagógico de Química: Análises Físico-Químicas de Águas e Solos**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pinhais, PR: UTFPR, 2008. 68 pg.

SCHMIEGELOW, J.M.M. **O Planeta Azul: uma introdução às ciências marinhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

SILVA, C.R. (Ed.). **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p.

SOUZA, E.C.P.M.; ALCIDES, R.T.F. **Piscicultura Fundamental**. Companhia Agrícola Imobiliária e Colonizadora. São Paulo: Nobel, 1986.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 243 p.

STERZA, J M.; SUZUKI, M.S.; TAOUIL, A. **Resposta do zooplâncton à adição de nutrientes inorgânicos (N e P) em mesocosmos na lagoa do Açú, Campos dos Goytacazes/São João da Barra, RJ**. vol. 14, nº 2, págs. 87- 84. Campos dos Goytacazes, RJ: UENF, 2002.

TAVARES, S.R.L. Áreas Degradadas: Conceitos e Caracterização do Problema. In: TAVARES, S.R.L. [et. al.] (Orgs.). **Curso de Recuperação de Área Degradada: A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de Monitoramento e Estratégias de Recuperação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. p. 1-8.

UTFPR - Universidade Tecnológica do Paraná. Disponível em:
<www.utfpr.edu.br/colombo/arquivos/NO2.pdf> Acesso em 01/09/16>
<www.utfpr.edu.br/colombo/arquivos/NH3.pdf> Acesso em 01/09/16>
<www.utfpr.edu.br/colombo/arquivos/OD.pdf> Acesso em 01/09/16>
Acesso em: 10 SET. 2016.

VAN NES, E.H.; VAN DER BERG, M.; CLAYTON, J.S.; COOPS, H.; SCHEFFER, M.; VAN IERLAND, E. A simple model for evaluating the cost and benefits of aquatic macrophytes, **Hydrobiologia**. vol. 415, Issue 0, nov. 1999. pp 335–339

ZIMBRES, E. **Química da água subterrânea**. Rio de Janeiro: UERJ, 2007.

Disponível em:

<<http://http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea.htm/>>. Acesso em: 01 mar 2016.

WEANER, J. E. & CLEMENTS, F. E. 1983. *Plant Ecology*. Mc. Graw Hill, New York.