



CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AQUICULTURA

BRUNO DOS SANTOS SOSA

**IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA E
CLIMÁTICOS MAIS RELEVANTES NA PRODUTIVIDADE DA CRIAÇÃO DE
CAMARÕES (*Litopenaeus vannamei*) EM SISTEMA HETEROTRÓFICO**

URUGUAIANA, 2015.

BRUNO DOS SANTOS SOSA

**IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA E
CLIMÁTICOS MAIS RELEVANTES NA PRODUTIVIDADE DA CRIAÇÃO DE
CAMARÕES (*Litopenaeus vannamei*) EM SISTEMA HETEROTRÓFICO**

Trabalho de conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Aquio Hoshiba
Co-orientadora: Prof. Dra. Priscila Becker
Ferreira
Co-orientadora: M.a. Diana W. Mutti

URUGUAIANA, 2015.

**IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA E
CLIMÁTICOS MAIS RELEVANTES NA PRODUTIVIDADE DA CRIAÇÃO DE
CAMARÕES (*Litopenaeus vannamei*) EM SISTEMA HETEROTRÓFICO**

Trabalho de conclusão do Curso Superior de
Tecnologia em Aquicultura da Universidade
Federal do Pampa como requisito parcial para
obtenção do grau de Tecnólogo em
Aquicultura.

Aprovado em 29 de SETEMBRO de 2015.

BANCA EXAMINADORA



Profª. Dra. Viviani Corrêa
UNIPAMPA



M.a. Diana W. Mutti



Prof. Dr. Márcio Aquio Hoshiba
UNIPAMPA (Orientador)

IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA E CLIMÁTICOS MAIS RELEVANTES NA PRODUTIVIDADE DA CRIAÇÃO DE CAMARÕES (*Litopenaeus vannamei*) EM SISTEMA HETEROTRÓFICO

RESUMO

A aquicultura nas últimas décadas vem se destacando dentro das atividades agropecuárias, tendo como a carcinicultura um papel de destaque, com a criação do camarão-branco (*Litopenaeus vannamei*). Esse crescimento, no entanto vem acompanhado de problemas de impacto ambientais ocasionados pelos efluentes. Neste sentido, preocupados com o meio ambiente, o cultivo em meio heterotrófico se torna uma alternativa. Vários fatores influenciam o cultivo de camarões em sistemas de bioflocos, e para auxiliar na melhor compreensão da relação dos parâmetros físico-químicos, climáticos e produtivos podemos utilizar os métodos estatísticos de classificação de dados. Desta forma, este trabalho teve como objetivo identificar essas relações entre os parâmetros, permitindo a identificação daqueles que podem ocasionar em ganhos ou perdas produtivas. Foram utilizados dados de dois ciclos produtivos oriundos do projeto Camaroeste, sendo eles parâmetros físico-químicos da água, zootécnicos e dados climáticos da região de Uruguaiana-RS. As análises foram divididas em três abordagens, a primeira referente à classificação das biomassas em SUPERIOR, NORMAL e INFERIOR. A segunda abordagem referiu-se à análise de classificação dos pesos dos camarões nas categorias MÉDIO, BOM e RUIM, a terceira abordagem foi referente à classificação das mesmas categorias de peso, porém, com a utilização dos parâmetros físico-químicos da água e os parâmetros climáticos, todos analisados pelo programa computacional Weka[®]. Os resultados indicam que o parâmetro salinidade quando está em níveis baixos na água influencia de forma negativa junto com outros parâmetros na produção final (biomassa). Diferentemente do nitrito e da amônia que em baixas concentrações contribui para uma melhora na produtividade de camarões criados em sistemas heterotróficos. Níveis de pH elevados influenciam no ciclo da amônia aumentando a toxicidade no sistema, e por fim observou-se que temperaturas elevadas podem

ser prejudiciais nas idades iniciais da criação, caso os níveis de sólidos suspensos estejam em níveis normais podendo ocorrer um mal aproveitamento da proteína bacteriana. Pelo grande número de parâmetros que influenciam a produção de camarões em sistemas de bioflocos, observou a necessidade de realizar mais estudos analisando a relação dos parâmetros com diferentes abordagens.

Palavras chaves: árvore de decisão, bioflocos, carcinicultura, mineração de dados

IDENTIFICATION PARAMETERS PHYSICAL AND CHEMICAL WATER AND
CLIMATE HIGHLIGHTS IN PRODUCTIVITY SHRIMP CREATION (*Litopenaeus
vannamei*) IN SYSTEM HETEROTROPHIC

ABSTRACT

Aquaculture in the last decades, has been highlighted within the agricultural activities, having as shrimp farming a prominent role and the shrimp being considered one of the main commodities of this branch, with the breed of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). This growth, however is accompanied by problems of environmental impact caused by the effluents. Accordingly, concerned about the environment, the medium for heterotrophic cultivation becomes an alternative. Several factors influence the shrimp cultivation in bioflocos systems, and to improve the understanding of the relationship of physical-chemical, climatic and production parameters can be used statistical methods of data classification. In that manner that, the study aimed to identify the relationship between the parameters, allowing the identification of those that can cause gains or losses productive. I was used data from two production cycles coming from Camaroeste project, namely physical and chemical parameters of water, zootechnical and climatic data of the region from Uruguaiiana. The analysis was divided into three approaches, first one referring to the classification of biomass in SUPERIOR, NORMAL, LOW with the physical-chemical parameters of water, the average weight of shrimp in the corresponding ages. The second approach referred to the classification analysis of the weights of shrimp in the categories MEDIUM, GOOD and BAD, and the physical and chemical parameters of the water and the third approach was related to the classification of the same weight categories, however, with the use of physical and chemical parameters of water and climatic parameters, analyzed by the computer program Weka®. The results indicate that the salinity parameter when at low levels in the water negatively influences along with other parameters in the final production of biomass. Differently from the nitrite and ammonia that in low concentrations contributes to an improvement in the productivity of shrimp raised in heterotrophic systems. Higher pH levels influence the ammonia cycle increasing toxicity in the system, and finally it was observed that high temperatures may be detrimental in initial ages of breed, if the suspended solids levels are within normal levels and may cause a bad utilization of protein bacterial as a source of nutrients. The large number of parameters that influence the production of shrimps in bioflocos systems, noted the need for more studies analyzing the relationship of the parameters with different approaches.

Keywords: decision tree, biofloc, shrimp, data mining

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVO.....	12
	2.1 Objetivos específicos	12
3	MATERIAL E MÉTODOS	13
	3.1 Unidades experimentais	13
	3.2 Sistema de produção	13
	3.3 Parâmetros mensurados	14
	3.3.1 Parâmetros físico-químicos da água	14
	3.3.2 Parâmetros zootécnicos	14
	3.3.3 Parâmetros climáticos.....	15
	3.4 Análises estatísticas	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
	REFERÊNCIAS	25
	ANEXOS	29

1 INTRODUÇÃO

A aquicultura tem apresentado uma grande expansão ao passar dos anos. A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) publicou dados oficiais em 2012 que a produção destes organismos cresceu 12 vezes de 1980 a 2010, a uma taxa média de 8,8 por cento ao ano. Em 2010 a aquicultura mundial bateu seu recorde produtivo atingindo 60 milhões de toneladas (excluindo plantas aquáticas e produtos não alimentares) com um valor total estimado em US\$ 190 milhões de dólares (FAO, 2012).

A FAO coloca o Brasil como um dos maiores produtores de pescados do mundo com uma produção estimada para 2030 de 20 milhões de toneladas. Água em abundância (cerca de 12% da água doce do planeta e uma extensa costa marítima aproximadamente 8,5 mil quilômetros), clima, geografia, grande biodiversidade e uma considerável produção de grãos para rações põem o Brasil como aposta para a aquicultura no futuro (1º ANUÁRIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 2014).

Desde 2003 a FAO já indicava o camarão como uma das principais comódites de frutos do mar, e a sua criação está em expansão, sendo que em 2010 contribuiu com 55 por cento da produção mundial de pescados superando a pesca extrativista que foi de 45 por cento (FAO, 2012). Visto que os países que mais se destacam nesta produção são a China, Tailândia, Vietnã, Indonésia e Índia representando 75% da produção mundial de camarões, na América Latina quem vem se destacando na produção é o Equador, México e Brasil, (FAO, 2012).

No Brasil existem dados sobre a carcinicultura desde a década de 90 (BARBIERI, 1999), a região nordeste foi a pioneira nos testes com o camarão da espécie exótica *Litopenaeus vannamei*, fator que influenciou diretamente no sucesso da atividade (SOARES, 2004). O cultivo do *L. vannamei* se mostrou muito promissor no nordeste brasileiro, que no ano de 1997 alguns produtores do sul do país resolveram introduzir com sucesso sistemas produtivos no estado de Santa Catarina (OSTRENSKY et al, 2000 e ROUBACH et al. 2003). Segundo Peixoto et al. em 2005 a carcinicultura marinha começou a se destacar no estado do Rio Grande do Sul atraindo investidores.

Com o aumento e a expansão da produção, começaram a surgir também dificuldades. Segundo Madrid (2005), entraves da produção do crustáceo estão relacionados com a

dificuldade no licenciamento ambiental, problemas burocráticos, perdas por variações climáticas e principalmente por enfermidades, o que acaba prejudicando a produtividade do camarão. Para Krummenauer (2008), a nova realidade da carcinicultura brasileira necessita de alternativas para um melhor aproveitamento de nossos recursos naturais, tendo em vista uma aquicultura sustentável, responsável e ambientalmente correta.

Como alternativa a partir de 2000 iniciaram os estudos visando a mínima troca de água em sistemas intensivos de criação, os quais já se mostram eficientes, de forma indireta, para a redução de epidemias (virais e bacterianas), e descarga de efluentes no meio ambiente (MCINTOSH et al. 2000 apud SUITA, 2009).

Tanques equipados com mecanismos de aeração mecânica formam um macro agregado durante o processo de produção, os quais são constituídos principalmente de microalgas, fezes, exoesqueletos, restos de organismos mortos, bactérias, protozoários, invertebrados, entre outros (EMERENCIANO, 2007). Estes macros agregados são denominados bioflocos que servem como incremento nutricional para os camarões, ricos em proteínas e outros nutrientes (AVNIMELECH, 1999 apud SUITA, 2009).

Os benefícios dos sistemas com bioflocos são variados, um deles é quando na água de produção a quantidade de carbono é superior à de nitrogênio no meio, o processo de retirada de nitrogênio inorgânico do sistema é mais eficiente do que o da nitrificação natural, ocasionando a rápida diminuição dos níveis de amônia do sistema, outro fator relevante no sistema de bioflocos são as bactérias benéficas que constituem o flocos, organismos estes que servem de profilaxia mediante a outros microrganismos que apresentam algum tipo de risco ao sistema (AVNIMELECH, 1999 apud FRÓES 2006; DECAMP; MORIATY, 2006).

Suita (2009) observou que após a despesca a liberação de efluentes com altas taxas de nutrientes, que são um risco para organismos aquáticos. Além de que no próximo ciclo o biofoco necessita de um tempo de maturação para obter plenas funções no sistema, este período compreende do início do cultivo até a estabilização microbiana na água. Este fator fez com que estudos para reutilização da água fossem propostos e sistemas fechados pudessem ser conduzidos para estabelecer de vez uma aquicultura ambientalmente correta.

Krummenauer et al. (2012) concluíram que uma reutilização de 100% da água favorece os índices de crescimento e sobrevivência do *L. vannamei*, além de manter a qualidade da água do sistema, minimiza o impacto ambiental resultante da liberação de

efluentes ricos em matéria orgânica e nutrientes, bem como, minimizando ao máximo o uso de água necessário para o cultivo.

Morais (2002) indica que o *L.vannamei* geralmente cultivado a salinidades entre 15 e 27 ‰ (partes por milhão) o que é considerado ideal para a espécie, levando em consideração os gastos energéticos com osmorregulação, quanto menor a variação de salinidade menos energia o animal gasta com esta necessidade fisiológica, assim direcionando mais energia para o crescimento. Com estas informações se abriu uma nova porta para a carcinicultura, o cultivo de camarões marinhos longe da costa continental, com uma água artificialmente salinizada de modo que atenda as exigências fisiológicas do camarão marinho (MALLASEN,1997 apud SALLDANHA, 2013). Uma das vantagens da água artificial foi citada por Mallasen (1997), a água do mar sintética é totalmente livre de substâncias tóxicas oriundas da poluição do mar, parasitas, predadores e competidores do camarão.

Um sistema de criação com tantas particularidades necessita de um cuidado especial em termos climáticos, chuvas, incidência solar, dentre outros fatores. A forma encontrada para garantir a segurança do sistema seria o cultivo em estufas, que além de proporcionar uma maior facilidade no manejo da temperatura, permite um controle maior das variáveis que influenciam o sistema produtivo. A criação de camarões em estufas tem despertado o interesse de pesquisadores e produtores em vários países. Nos Estados Unidos da America existem pesquisas para a produção de peneídeos em estufas fechadas, e em regiões de clima subtropical e temperado. Na Coreia do Sul, na Indonésia, na Bélgica e na Holanda estes sistemas vêm sendo utilizados para engorda de camarões (KRUMMENAUER et al, 2012).

Algumas vantagens deste sistema de criação em estufas são o aumento da produtividade, utilização de menores áreas de cultivo, aumento da biossegurança, maior estabilidade do sistema, menor impacto ambiental e possibilidade de cultivo em diferentes regiões. Já as desvantagens são o maior custo de implantação, maiores gastos com energia (aeração), acúmulo de fósforo no sistema (risco de cianobacterias) e maior custo operacional (KRUMMENAUER et al, 2012).

Atualmente há a necessidade de se definir metodologias eficientes na cadeia produtiva e identificar os fatores climáticos e da água que influenciam no desempenho dos camarões criados em estufas em sistemas heterotróficos, principalmente quando cultivados em regiões de invernos com temperaturas extremas entre outras características. Para a definição e identificação dos principais fatores que influenciaram o sistema produtivo vem sendo

utilizada a análise estatística dos dados que envolvem a produção do sistema em questão simultânea, por meio de análise que é denominado Mineração de Dados.

A Mineração de Dados é uma técnica promissora em várias áreas de conhecimento, envolvendo tarefas de classificação, associação ou agrupamento (FAYYAD; STOLORZ, 1997; LAVRAC, 1999), que surgiu com o objetivo de descobrir padrões importantes, contributivos para estratégias de negócios, bases de conhecimento e pesquisas, identificando fatores e tendências em alguma atividade específica (CABRAL et al, 2005). A classificação é uma ferramenta da mineração de dados com interessantes possibilidades de aplicação, devido à capacidade de extrair padrões representáveis graficamente por uma árvore de decisão ou classificação (BERRY; LINOFF, 1997).

2 OBJETIVO

Identificar as relações entre os parâmetros físico-químicos da água e dos parâmetros climáticos com a produtividade de camarões produzidos em estufas em sistemas de bioflocos.

2.1 Objetivos específicos

- a) Identificar os principais parâmetros da água conforme sua importância para classificar as diferentes biomassas finais obtidas em cada tanque.
- b) Verificar a influência dos parâmetros da água sobre o peso dos camarões nas diferentes idades.
- c) Analisar as relações entre parâmetros climáticos da região e da água com o peso dos camarões nas diferentes idades e nos diferentes ciclos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com os dados de dois ciclos de produção de camarões do Projeto Camaroeste, que consiste num sistema de produção de camarões marinhos utilizando água salinizada artificialmente, fomentado pela prefeitura municipal de Uruguaiiana, situado no Centro de Produção e Desenvolvimento Rural da Secretaria de Agricultura da cidade de Uruguaiiana no estado do Rio Grande do Sul. As instalações consistem em uma estufa destinada para produção de camarões marinhos de água salgada com dimensões de 9m X 50m (450 m²), com uma altura de 4m, revestida primeiramente com um filme plástico de 150 micras de espessura, posteriormente a estufa é recoberta por uma tela de sombreamento Aluminet com 50% de incidência solar. Na parte interna da mesma estão situados 3 tanques de engorda medindo 5m X 12 (60 m²) cada, e 1 tanque berçário de 5m X 8m (40 m²), todos com uma lâmina de água de 1,2 m de altura, revestidos por uma geomembrana de 1,5 mm para evitar perdas da água salinizada artificialmente por percolação.

3.1 Unidades experimentais

Foram utilizados dados coletados de dois ciclos de produção sendo: Ciclo 1 de 7 de fevereiro de 2013 a 15 de maio de 2013, com densidade média de 250 camarões/m² nos 3 tanques e idade inicial de pós larva 48 dias e idade de despesca 143 dias; e Ciclo 2: de 13 de novembro de 2013 a 26 de fevereiro de 2014, com densidade média de 334 camarões/m² nos 3 tanques e idade inicial de pós larva 51 dias e idade de despesca 155 dias.

3.2 Sistema de produção

Sistema superintensivo de produção com altas taxas de estocagem, água salinizada artificialmente em um meio heterotrófico onde a relação C:N (carbono e nitrogênio) gira em torno de 15:1, o carbono serve como energia para uma comunidade bacteriana converter este nitrogênio inorgânico em proteína bacteriana, servindo de complemento nutricional aos animais diminuindo a necessidade de oferta de ração comercial. Através das biometrias a quantidade de ração era calculada, em torno de 3% da biomassa total/dia/tanque, a ração era

ofertada 4 vezes ao dia, às 8h, 12h, 14h30min e 18 horas, dividida em 4 comedouros em cada tanque. Os comedouros eram divididos a fim de ficarem disponíveis em diferentes áreas do tanque, esses comedouros eram depositados no fundo dos tanques e todos os horários eram visualizados para verificar se os animais consumiram a totalidade da ração ofertada no horário anterior, caso tivesse sobra de ração a oferta era diminuída a partir da decisão da responsável técnica.

3.3 Parâmetros mensurados

Durante os dois ciclos de produção estudados foram coletados dados referentes aos parâmetros da água e zootécnicos por tanque, e dados meteorológicos da região de Uruguaiana.

3.3.1 Parâmetros físico-químicos da água

Os parâmetros físico-químicos da água foram mensurados sendo eles: oxigênio dissolvido através de um oxímetro INSTRUTHERM MO-190, (mg/l) miligramas por litro, potencial de hidrogênio (pH) foi mensurado com um pHmetro INSTRUTHERM PH-1700 tipo caneta mensurados diariamente, amônia e nitrito foram analisados através de um fotolorímetro AT 10P microprocessado ALFAKIT, (mg/l) miligramas por litro, a alcalinidade através de titulação de reagentes ALFAKIT, (mg L⁻¹CaCO₃) miligramas por litro de carbonato de cálcio, salinidade por um salinômetro óptico por refração de água(ppm) partes por milhão e a quantidade de sólidos suspensos através do cone Inhoff, (mg/l) miligramas por litro, mensurados 3 vezes por semana.

3.3.2 Parâmetros zootécnicos

Os parâmetros zootécnicos mensurados foram o peso dos animais no dia da estocagem e a cada sete dias até o dia da despesca utilizando uma balança de precisão de 0,1 gramas, totalizando 26 biometrias dos três tanques durante o Ciclo 1 e 32 biometrias dos três tanques durante o Ciclo 2. Biomassa final foi calculada através da quantidade de camarões despescados vezes o peso médio final.

3.3.3 Parâmetros climáticos

Os dados climáticos utilizados para as análises estatísticas foram provenientes do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, Brasil (2014), onde se utilizou registros que foram: Precipitação, quantidade de precipitação pluvial (chuva) mensurado em (mm) milímetros precipitados em um metro quadrado. Temperatura máxima e mínima do ar, indicadas em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), onde a máxima e mínima são registradas no dia. Insolação ou duração do brilho solar em horas do dia. Evaporação Piche, evaporação em mililitros (mm) de água evaporada a partir de uma superfície porosa, mantida permanentemente umedecida por água. Temperatura média, média calculada no período de 24 horas em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Umidade relativa do ar média, registrado em percentagem (%) de quantidade de água presente em um metro cubico de ar. Velocidade do vento médio em (m/s) metros por segundo, calculada sua média no período de 24 horas (INMET, 2015).

3.4 Análises estatísticas

Os dados coletados durante os dois ciclos de produção foram digitados em planilhas do Excel para posterior análise no programa computacional Weka[®] versão 3-4, aplicando-se uma tarefa de classificação, com a construção de árvore de decisão. O algoritmo utilizado foi o J48, uma implementação do C4.5 para tarefas de classificação (QUINLAN, 1993; QUINLAN, 1996), que gera uma árvore de classificação, uma visualização gráfica na forma de uma árvore invertida, em que o nó raiz é a primeira variável com maior poder de classificação, apresentando abaixo de si os ramos, formados pelos demais atributos com as regras semânticas que permitem a classificação (folha).

Árvores de classificação são representações gráficas que permitem a extração de regras de classificação. A partir do nó raiz, podemos obter condicionais das variáveis em que são definidos os domínios de classificação, sendo representado na forma de uma regra semântica em pares condicionais tipo: SE <condicional> ENTÃO <classe> (VALE et al., 2010).

As análises foram divididas em três abordagens, a primeira referente à classificação das biomassas realizada com os dados de parâmetros físico-químicos da água citados no item 3.3.1, o peso médio dos camarões e as idades correspondentes. A classificação das biomassas

deu-se separadamente por ciclos, diferenciando o desempenho entre os tanques em SUPERIOR, 175,95 kg ciclo 1 e 296,94 kg ciclo 2, NORMAL, 128,31 kg no ciclo1 e 266,41 kg no ciclo 2, e INFERIOR, 120,90 kg no ciclo 1 e 256,47 kg no ciclo 2.

A segunda abordagem refere-se à análise de classificação dos pesos dos camarões nas categorias MÉDIO, BOM e RUIM, sendo bom para o melhor peso, médio para o intermediário e ruim para o pior de todos em cada biometria, e os parâmetros físico-químicos da água citados no item 3.3.1. A classificação dos pesos foi estimada comparando os pesos médios dos tanques de produção em cada idade em que as biometrias foram realizadas.

A terceira abordagem é referente a classificação das mesmas categorias de peso, porém, com a utilização dos parâmetros físico-químicos da água (item 3.3.1) e os parâmetros climáticos (item 3.3.2) nas diferentes idades e ciclos de produção. Para isto os dados climáticos foram sumarizados a partir de um banco de dados meteorológico, correspondente à localidade e período de ocorrência dos parâmetros produtivos analisados, sendo que as variáveis climáticas diárias foram transformadas em médias.

As análises foram avaliadas segundo as precisões conforme Lavrac (1999), medidas em função das classificações corretas ou incorretas para o modelo e para a acurácia das classificações para cada uma das classes das biomassas na primeira abordagem, e na segunda e terceira abordagens para as categorias de peso. As precisões e acurácias foram representadas entre 0 e 1, sendo que 1 representa 100% de acerto do modelo.

As regras geradas foram avaliadas e eleitas as mais relevantes para definir padrões de produção e identificação dos parâmetros que definem os melhores pesos nas diferentes idades ou biomassas conforme a abordagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira abordagem que relacionou as classes de biomassa com os parâmetros da água, ciclo, peso e idade; observou-se que o ponto principal de classificação foram os ciclos, resposta esperada devido às diferenças entre eles e as semelhanças dentro de cada ciclo.

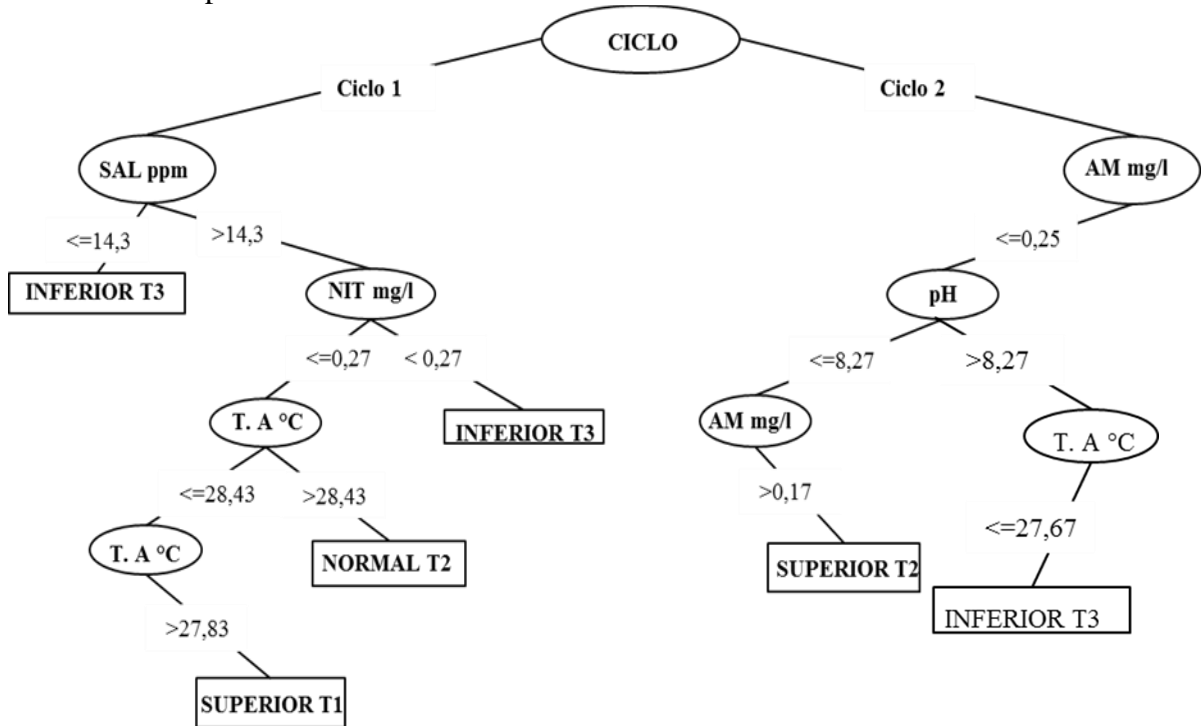
No ciclo 1 a salinidade foi o principal parâmetro de classificação, concentrações $\leq 14,43$ ppm refletiram diretamente na biomassa final do tanque 3, sendo a pior biomassa deste ciclo. Sabe-se que, a salinidade da água é um fator determinante na quantidade de energia gasta pelo animal com osmorregulação, energia esta que poderia ser direcionada ao crescimento do mesmo, podendo assim ter contribuído de maneira negativa na biomassa final, sendo que Bray et al. (1994), constatou melhores ganho de peso de camarões em meios com salinidades de 15 ppm.

Quando a salinidade foi superior aos valores supracitados, juntamente com o nitrito $\leq 0,27$ mg/l e temperatura da água entre 28,43 e 27,83 °C resultaram na melhor biomassa final do ciclo no tanque 1 (Figura 1). Observou-se que o nitrito e a temperatura estavam em valores aceitáveis para a criação, conforme Nunes (2002) a faixa de conforto térmico do *L. vannamei* é entre 26 e 33 °C, valores esses que foram mantidos os animais no presente estudo.

No ciclo 2 o parâmetro principal na classificação deste ramo da árvore (figura 1) foi a amônia, que quando $\leq 0,13$ mg/l a biomassa final mostrou-se superior, no entanto, quando o valor de amônia foi $\leq 0,25$ mg/l, pH $> 8,27$ e uma temperatura da água $\leq 27,76$ °C contribuiu para a pior biomassa final no tanque 3. Estes níveis de amônia e pH apresentados de forma isolada encontram-se dentro dos níveis aceitáveis para *L. vannamei* segundo Van-Wik e Scarpa (1999). A amônia se torna mais tóxica (NH_3) a medida que aumenta a quantidade de hidroxilas no meio aquoso, pH básico, indicando que a interação destes parâmetros da água influenciaram diretamente na produção de biomassa final, demonstrando a importância da análise em conjunto de todos os parâmetros.

Seguindo a mesma abordagem anterior uma nova árvore foi construída sem utilizar o parâmetro “ciclo” a fim de obter classificações sem as influências da época do ano. Pode-se assim observar as semelhanças existentes entre os dois ciclos em relação aos parâmetros da água (figura 2).

Figura 1. Ramos selecionados da árvore de decisão (Anexo A) da primeira abordagem relacionando as classes de biomassa com os parâmetros da água, ciclo, peso e a idade, em que: NIT = Nitrito, T.A = Temperatura da água, AM= Amônia, SAL = Salinidade, e T ao lado das classificações superior, normal e inferior refere-se aos tanques juntamente com os números correspondentes.



Fonte: Próprio autor.

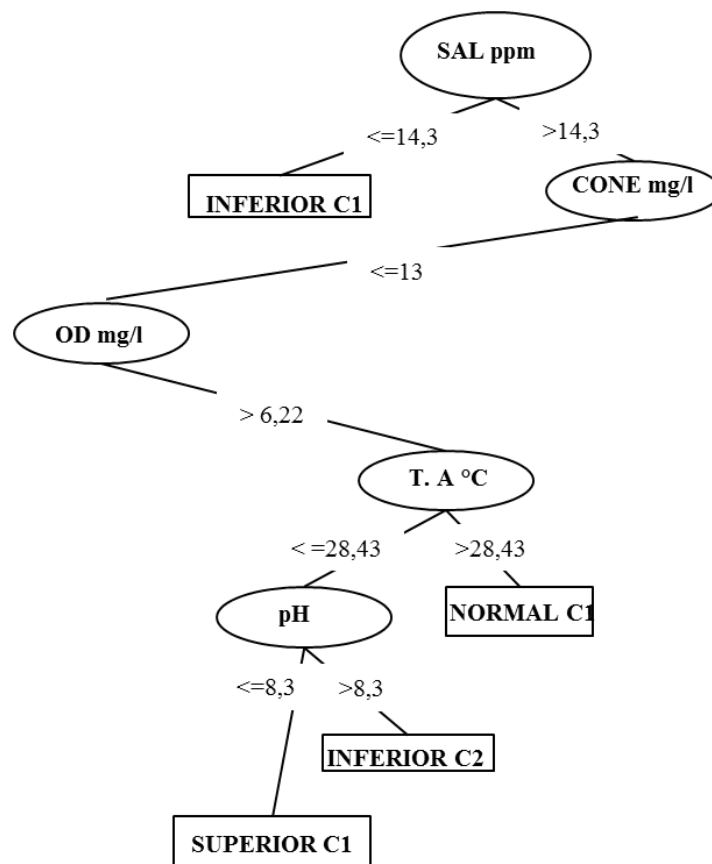
Nesta árvore (Figura 2) visualizou-se um ramo em comum entre os dois ciclos, quando a salinidade foi $>14,3$ ppm, sólidos suspensos (Cone) ≤ 13 mg/l, oxigênio dissolvido $>6,22$ mg/l e temperatura da água $\leq 28,43^{\circ}\text{C}$ e $\text{pH} \leq 8,3$ a biomassa foi superior no ciclo 1. No entanto, apresentando as mesmas características anteriormente citadas apenas diferindo o pH que foi $>8,3$ a biomassa foi inferior no ciclo 2. Novamente o pH elevado influenciou para uma menor biomassa final, já constatado no primeiro momento desta abordagem.

Em uma segunda abordagem foram classificados os pesos de cada idade utilizando os parâmetros da água e a biomassa final. Como o esperado a primeira classificação se deu com a biomassa final de cada tanque, já classificando seis ramos principais nesta árvore (Figura 3).

Com o $\text{pH} \leq 7,8$ e temperatura $\leq 27,07^{\circ}\text{C}$ os camarões apresentaram o melhor peso aos 115 dias de idade, e com o mesmo pH e temperatura $> 27,07^{\circ}\text{C}$ os camarões apresentaram o melhor peso aos 122 dias de idade, logo contribuíram para biomassa superior

do ciclo 1 (Figura 3), sendo que estes parâmetros da água estavam em níveis aceitáveis. O pior peso dos camarões aos 74 dias de idade do ciclo 1, do tanque que apresentou pior biomassa foi reflexo da salinidade $\leq 14,43$ ppm e temperatura $>27,26$ °C.

Figura 2. Ramo da árvore de decisão da primeira abordagem (Anexo B) relacionando as classes de biomassa com os parâmetros da água, sem classificação pelo ciclo e tanques de produção, em que: T.A = Temperatura da água, OD= oxigênio dissolvido, SAL = Salinidade e C ao lado das classificações superior, normal e inferior refere-se aos ciclos juntamente com os números correspondentes.



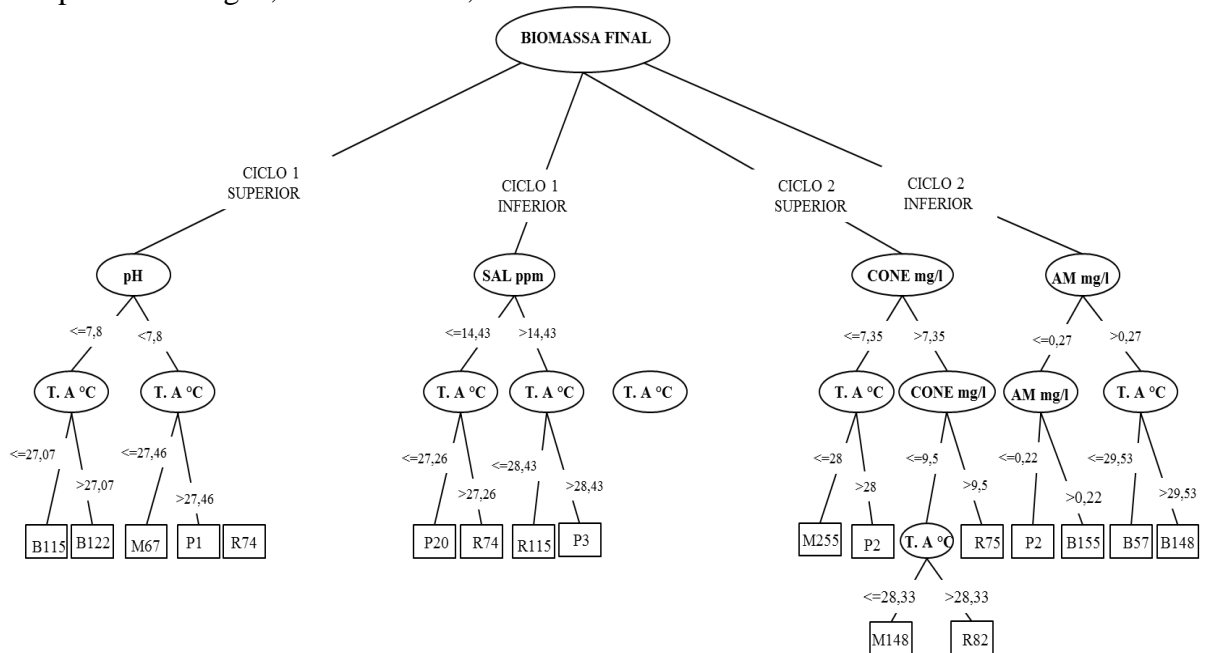
Fonte: Próprio autor.

No segundo ciclo quando os valores de sólidos suspensos (cone) estava entre 7,65 e 9,5 mg/l e temperatura da água $> 28,33$ °C ocorreu o pior peso aos 82 dias de idade, com essa mesma temperatura ou maior, e cone $> 9,5$ mg/l também ocorreu o pior peso aos 75 dias de idade (Figura 3). Nestas duas idades apesar da quantidade de sólidos suspensos serem adequada para a espécie, não houve o aproveitamento compensatório do bioflocos do sistema

para atingir um melhor peso, conforme Emerenciano (2007), isso pode ser causado pelo tamanho do floco e parâmetros físico-químicos da água, como por exemplo, a temperatura que aumenta o metabolismo das bactérias resultando no aumento da massa do floco. Porém, apesar desses piores pesos nestas idades a biomassa final foi superior neste ciclo, esta quantidade de sólidos suspensos pode ter maior resposta em animais com idades superiores.

Melhores pesos dos camarões aos 57, 148 e 155 dias de idade, foram influenciados primeiramente pela concentração de amônia $>0,27$ mg/l. Para as idades 57 e 148 a temperatura da água também influenciou quando inferior e superior a $29,53$ °C respectivamente (Figura 3). Temperaturas da água mais elevadas podem ter acelerado o metabolismo dos animais, aumentando assim sua procura por alimento, e com níveis de amônia relativamente maiores pode ocorrer um aumento no incremento da proteína bacteriana através da assimilação do nitrogênio amoniacal, culminando em uma maior quantidade de alimento no meio (THOMPSON et al, 2002) e conseqüentemente podem ter contribuído para o maior ganho de peso dos animais. No entanto, apesar dos maiores pesos nas idades acima mencionadas a biomassa final deste tanque no ciclo 2 foi inferior dos demais.

Figura 3. Ramo da árvore de decisão (Anexo C) da segunda abordagem relacionando as classes de peso bom (b), médio (m), padrão (p) e ruim (r) conforme as idades (número ao lado das letras B, M, P e R), com os parâmetros da água e biomassa final, em que: T.A = Temperatura da água, AM= Amônia, e SAL = Salinidade.

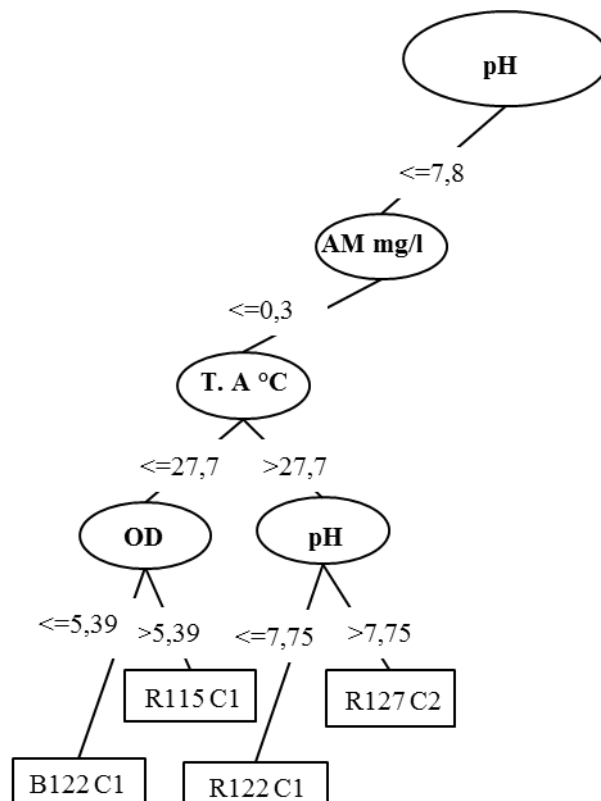


Fonte: Próprio autor.

No segundo momento desta abordagem os pesos foram classificados sem a utilização da biomassa final, a fim de obter a influência dos parâmetros físico-químicos da água sobre o peso nas diferentes idades (Figura 4).

Quando o pH foi $\leq 7,96$, oxigênio dissolvido $\leq 5,39$ mg/l, temperatura da água $\leq 27,7$ e amônia $\leq 0,3$ mg/l os camarões apresentaram o melhor peso aos 122 dias (Figura 4). Visto que Wik et al. (1999) cita que o oxigênio dissolvido abaixo de 5 mg/l causa estresse em organismos aquáticos. Pode-se concluir que nesta idade os animais se mantiveram em uma faixa ideal para o cultivo, levando em consideração que as outras variáveis também estavam dentro das condições ótimas já citadas anteriormente.

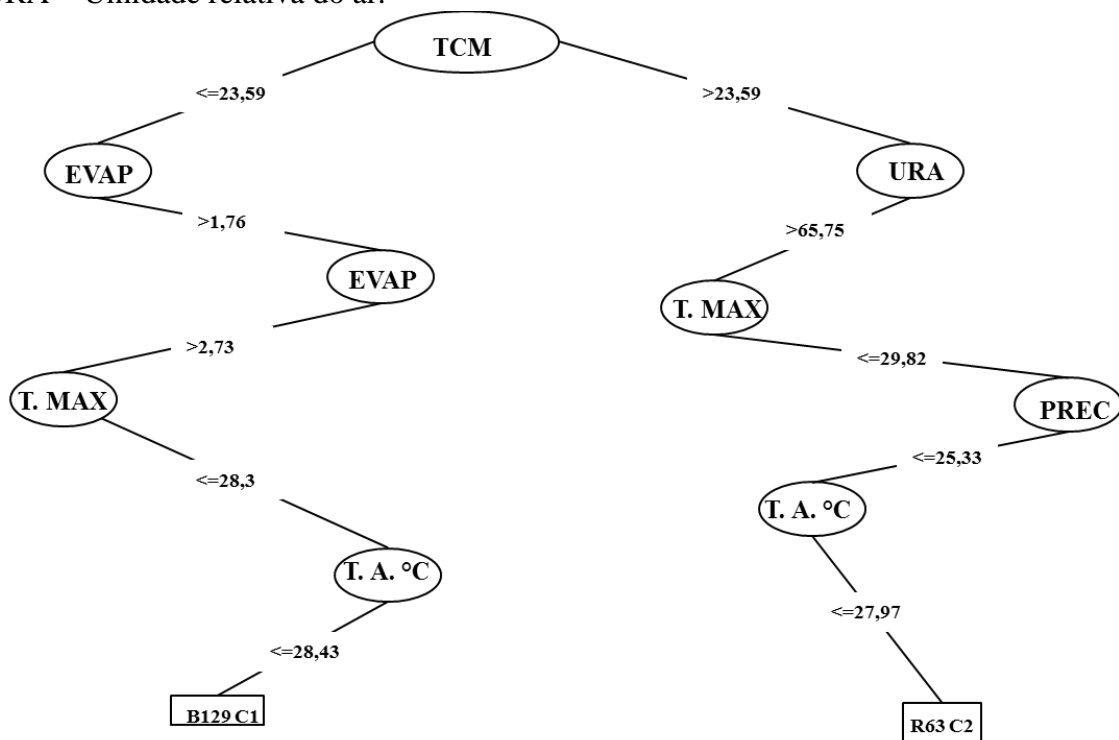
Figura 4. Ramo da árvore de decisão (Anexo D) da segunda abordagem relacionando as classes de peso bom (b), médio (m), padrão (p) e ruim (r) conforme as idades (número ao lado das letras B, M, P e R) e ciclos (escrito como C1 e C2 após a classificação), com os parâmetros da água, em que: T.A = Temperatura da água, AM= Amônia, e OD= oxigênio dissolvido.



Fonte: Próprio autor.

A terceira abordagem incluiu os parâmetros climáticos e físico-químicos da água para a classificação dos pesos conforme as idades (Figura 5). O principal parâmetro na classificação foi a temperatura média do ar, que inferiores ou iguais a 23,59 °C, evaporação superior a 2,73 mm, temperatura máxima do ar de até 28,3 e temperatura da água abaixo ou igual a 28,43 chegaram ao melhor peso médio dos 129 dias do ciclo 1. Visto que o fim do ciclo 1 se deu já no mês de maio, mês em que as temperaturas começam a cair, a estufa conseguiu suportar as oscilações de temperaturas e manter a temperatura da água em uma faixa aceitável para o desenvolvimento dos camarões.

Figura 5. Ramos selecionados da árvore de decisão da terceira abordagem (Anexo E) relacionando as classes de peso bom (B), e ruim (R) conforme as idades (número ao lado das letras B, M, P e R) e ciclos (escrito como C1 e C2 após a classificação), com os parâmetros da água, e parâmetros climáticos em que: TCM = Temperatura externa, T.A = Temperatura da água, T.MAX = Temperatura máxima externa, PREC = Precipitação, EVAP = Evaporação, e URA = Umidade relativa do ar.



Fonte: Próprio autor.

O pior peso aos 63 dias de idade do ciclo ocorreu quando a temperatura da água foi $\leq 27,97^{\circ}\text{C}$, precipitação de até 25,33 mm, temperatura máxima do ar até 29,82, umidade

relativa do ar >65,75% e temperatura média do ar >23,59 °C (Figura 5). Esses fatores podem ter influenciado no menor peso na fase inicial da produção, pois, os parâmetros climáticos como a precipitação moderada e a temperatura média do ar baixa, podem ter contribuído para temperatura de a água ter sido inferior a de outros períodos, visto que em abordagens anteriores, quanto maior a temperatura maior o peso dos animais. Dessa forma fica claro, que as relações entre os parâmetros físico-químicos da água e dos parâmetros climáticos estão relacionados com a produtividade de camarões produzidos em estufas em sistemas de bioflocos e que a análise dos fatores, devem ser feitas sempre em conjunto, pois os mesmos estão inter-relacionados e podem se planejados e manejados de forma adequada otimizar o sistema produtivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise conjunta dos dados nos permite inferir que existe uma inter-relação dos parâmetros analisados não permitindo uma avaliação individual e específica de cada um deles.

Os resultados indicaram que a temperatura média do ambiente é o parâmetro que mais se destacou influenciando sobre a classificação de peso de camarões em diferentes idades, as temperaturas elevadas favorecerem o desempenho dos animais, no entanto na fase inicial foi observado em alguns momentos que em altas temperaturas pode ocorrer um mal aproveitamento da proteína bacteriana como fonte de nutrientes para camarões em idades iniciais.

Na sequencia observou que o parâmetro salinidade quando está em níveis baixo na água influenciou de forma negativa na produção final (biomassa). Diferentemente do nitrito e da amônia que dependendo da sua inter-relação com outros parâmetros pode responder de forma positiva, auxiliando no desenvolvimento das bactérias, ou em baixas concentrações contribui para uma melhora na produtividade de camarões, uma vez que não apresenta toxicidade aos animais criados em sistemas heterotróficos. Os níveis de pH elevados influenciaram na toxicidade da amônia, prejudicando a produção final.

Na análise feita neste trabalho poucos parâmetros físico-químicos da água se relacionaram com os climáticos e pelo grande número de parâmetros que influenciam a produção de camarões em sistemas de bioflocos, observou a necessidade de realizar mais estudos analisando a relação dos parâmetros com diferentes abordagens.

REFERÊNCIAS

1º ANUÁRIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA. Brasil: Associação Cultural e Educacional Brasil, Ministério da pesca e aquicultura, 2014. 285, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO, 2013. Estatísticas. Balança comercial do pescado- Dezembro de 2013 Disponível em <<http://abccam.com.br/site/category/s1-abcc/c5-estatisticas/>> Acesso em: 05 de março de 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. Evolução o Desempenho da Carcinicultura Brasileira, 2007. Disponível em <http://www.abccam.com.br/estatisticas_nacionais2> Acesso em: 05 de março de 2014.

BARBIERI, R. C. LA ACUICULTURA BRASILEÑA: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS. Panorama Acuicola, v.4, p. 24, 25. 1999.

BERRY, M.J.A.; LINOFF, G. Data mining techniques for marketing, sales and customer support. **Wiley Computer Publishing**, Indiana, 1997.

BRAY, W.A.; LAWRENCE, A.L; LUNG-TRUJILLO, J.R. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHN virus and salinity. **Aquaculture**, v.122, p.133-146, 1994.

FERREIRA P. B et al. Classificação de características produtivas fenotípicas de diferentes raças de poedeiras através da mineração de dados. **Ciência Rural**, v.43, n.1, p.164-171, jan, Santa Maria, 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO, 2003. Disponível em <<http://www.fao.org/fi/statist/fisoft/FISHPLUS.asp>> Acesso em: 05 de março de 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The State of World Aquaculture 2012. Rome.

GLOBAL AQUACULTURE ALLIANCE. Disponível em < <http://www.gaalliance.org/>> Acesso em: 05 de março de 2014

HERNANDÉZ, J. Z. **Manual Purina de bioseguridade de camarões marinhos**. Global Aquaculture Alliance – Fouding Member. Paulínia, SP, 2000.

ISTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, Instrumentos meteorológicos. Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 21 de janeiro de 2015.

JUNIOR, R. C. B.; NETO, A. O. Camarões marinhos reprodução, maturação e larvicultura. Vol 1. **Aprenda Fácil Editora**, Viçosa, MG, 2001

KRUMMENAUER, D. **Estratégia para o cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) no extremo sul do Brasil**. Dissertação de mestrado. Fundação Universidade Federal de Rio Grande. 2008

KRUMMENAUER, D. et al. Cultivo de camarões marinhos em sistemas de bioflocos: Análise da reutilização da água. **Atlântica**, Rio Grande, 2012.

KRUMMENAUER, D. et al. Demanda faz crescer o interesse por criação de camarões em estufas, **Visão Agrícola**, São Paulo, 2012, n. 1, p 24-27, jul/dez, 2012.

LAVRAC, N. Machine learning for data mining in medicine. **Lecture Notes in Computer Science**, v.1620, p.47-62, 1999.

LIN, Y; J, CHEN. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* (Bonne) juveniles at different salinity levels. **Journal of Experimental Marine Biology an Ecology**. Vol 259. Pages 109-119. 2001.

MADRID, R. M. “Análise das exportações da carcinicultura brasileira de 1999 a 2003: cinco anos de sucesso e, 2004, o início de uma nova fase. que fazer?” **Associação brasileira de criadores de camarão**. Ano 7. No 1. 2005

MALLASEN, M. **Efeito da composição iônica da água no desenvolvimento de larvas de *macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) no estágio II**. Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Campus Jaboticabal. Jaboticabal, SP, 1997.

MORAIS, L. L. C. **Estudo para cultivo, em gaiolas flutuantes, de camarão marinho, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae)**, em Guarapuá, Cairu-BA. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia Salvador, 2002.

NUNES, A. J. P. O impacto da temperatura no cultivo de camarões marinhos. **Associação Brasileira de Criadores de Camarão** 4:43-51. 2002.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; PEDINE, M. Situação atual da aquicultura brasileira e mundial. In: W.C. Valenti (ed) Aquicultura no Brasil, bases para um desenvolvimento sustentável. CNPq/Ministério da Ciência e da Tecnologia. Brasília, 399 p, 2000.

PEIXOTO, S. et al. Diretrizes para o desenvolvimento sustentável da carcinicultura na região do estuário da Lagoa dos Patos. Rio Grande do Sul, Brasil. Gerenciamento Costeiro Integrado 4: 1-4, 2005.

ROUBACH, R. E. S. et al. Aquaculture in Brazil. **World Aquaculture**. 34: 28-35. 2003.

SALDANHA, C. F. Relatório de estágio curricular: **Cultivo de camarão (*Litopenaeus vannamei*) em sistema superintensivo em água doce salinizada artificialmente**, 2013

SEIFFERT, W. Q. et al. enfermidades: uma oportunidade para repensar o cultivo de camarões marinhos. **Panorama da Aquicultura**. v. 16, p. 32-38, 2006.

SOARES, R. B. **Comportamento alimentar de pós-larvas e juvenis do camarão rosa *Farfantepenaeus paulensis* (Pérez Farfante, 1967) em sistemas de cultivo**. Tese de Doutorado em Oceanografia Biológica. -Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, RS. 137p, 2004.

SUITA, S. M. **O uso da dextrose como fonte de carbono no desenvolvimento de bioflocos e desempenho de camarão-branco *Litopenaeus vannamei* cultivado em sistema sem renovação de água**. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Aquicultura) Universidade Federal de Rio Grande. 44p, 2009.

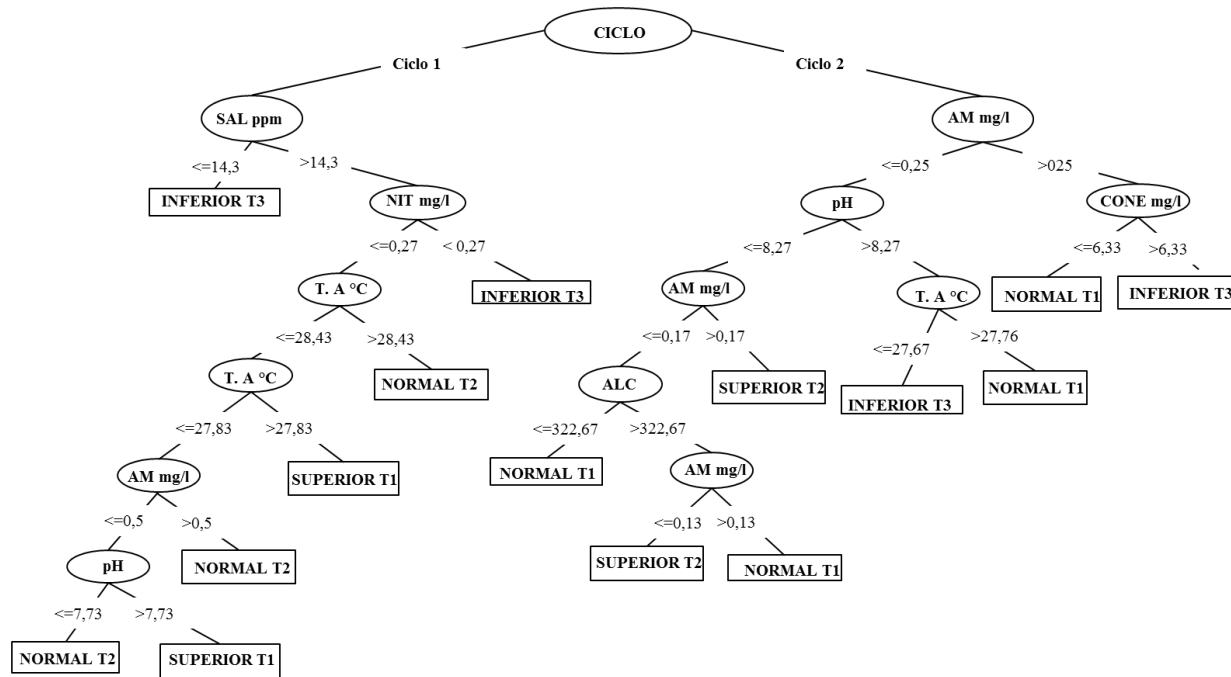
THOMPSON, FL, PC ABREU; W WASIELESKY. Importance of biofilm for water quality and nourishment in intensive shrimp culture. **Aquaculture**, 203: 263-278, 2002.

VALE, M.M. et al. Heat waves characterization with impact over broilers mortality rates between 29 days old at the slaughter. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.12, n.4, p.279, 2010

WYK, P. V. et al. Farming marine shrimp in recirculation freshwater systems. **Department of Agriculture and Consumer Services**, Florida. 220 p, 1999.

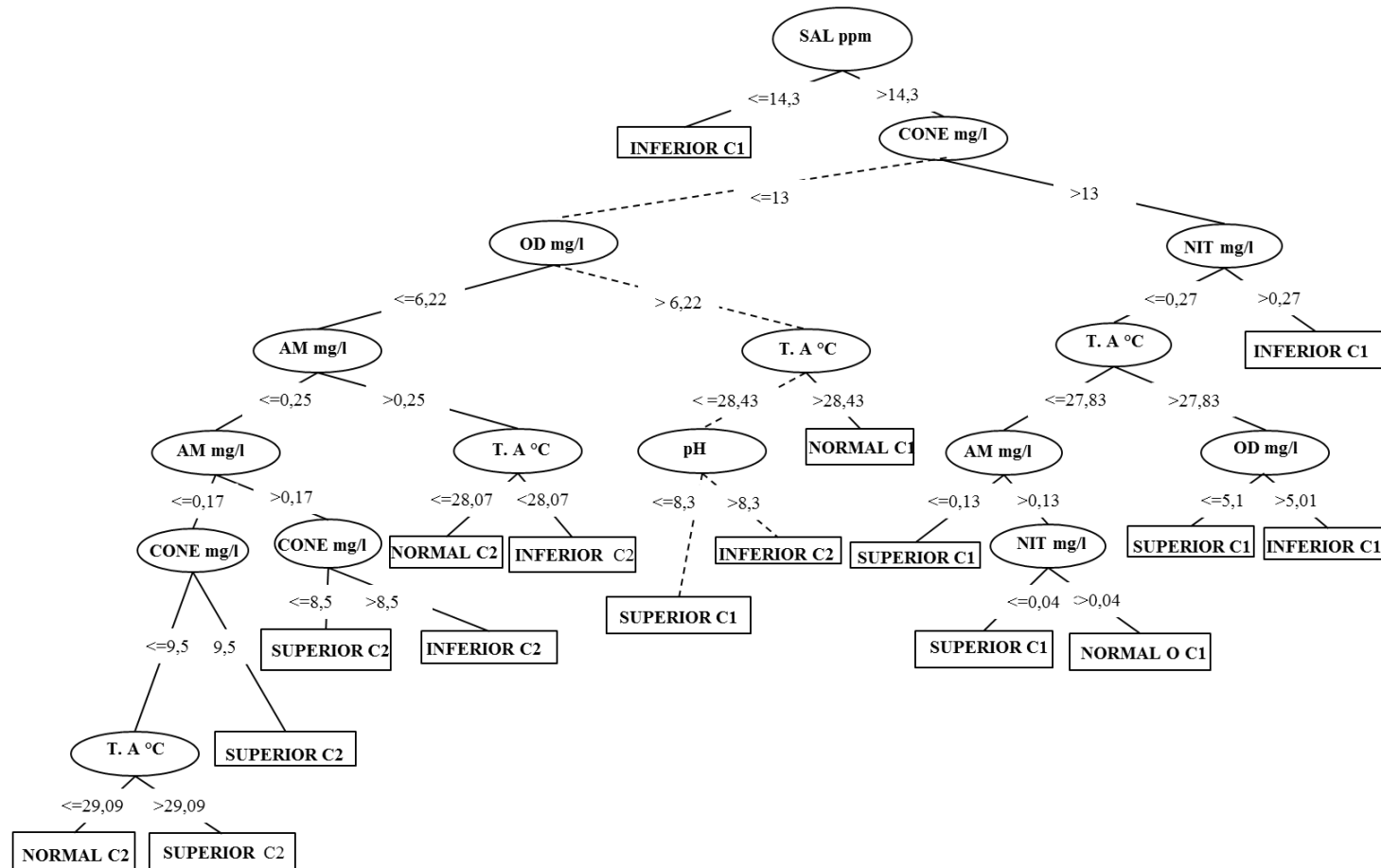
ANEXOS

ANEXO A. Árvore de decisão da primeira abordagem relacionando as classes de biomassa com os parâmetros da água, ciclo, peso e a idade, em que: ALC. = Alcalinidade, NIT = Nitrito, T.A = Temperatura da água, AM= Amônia, SAL = Salinidade e T ao lado das classificações SUPERIOR, NORMAL e INFERIOR refere-se aos tanques juntamente com os números correspondentes.



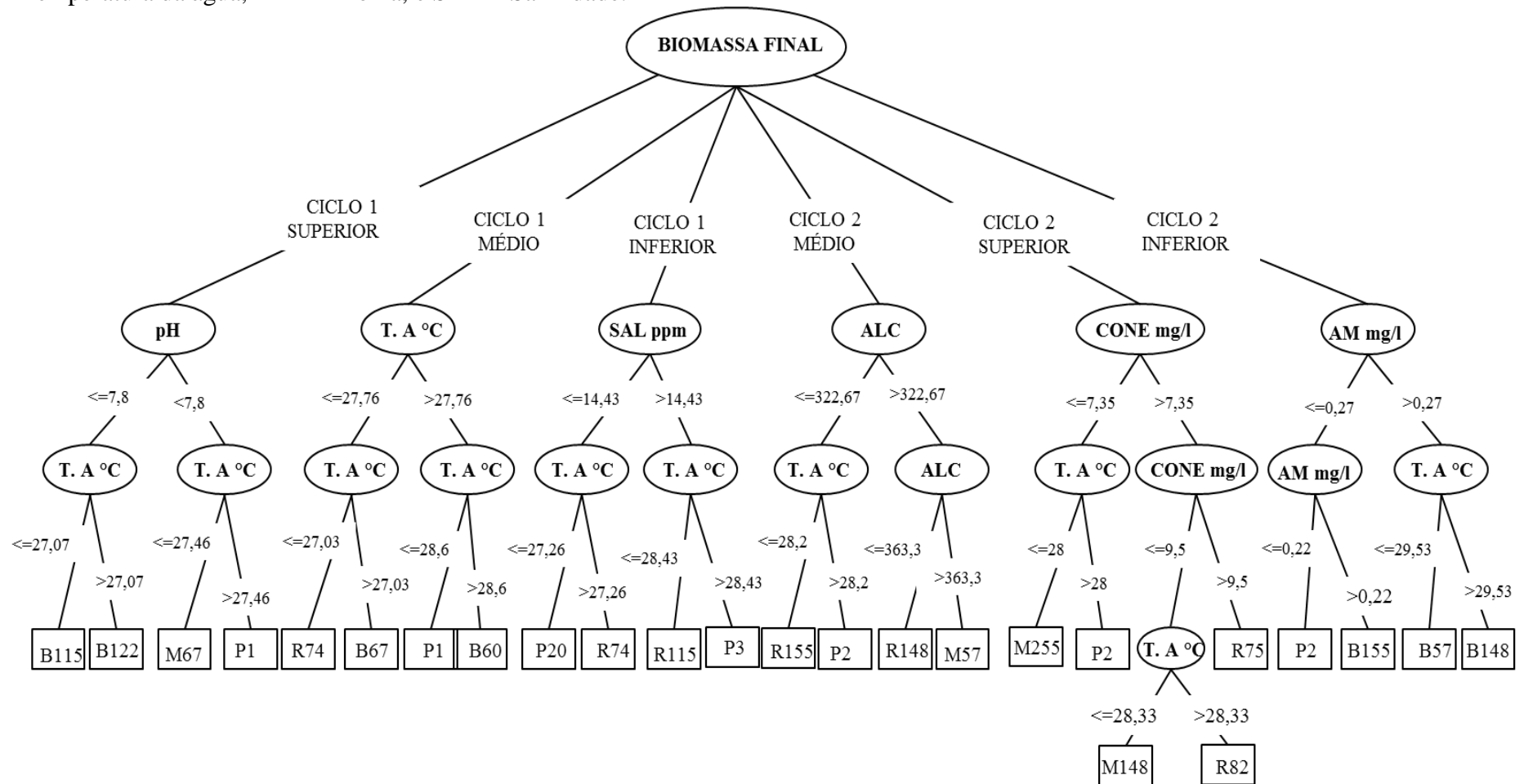
Fonte: Próprio autor.

ANEXO B. Árvore de decisão da primeira abordagem relacionando as classes de biomassa com os parâmetros da água, sem classificação pelo ciclo e tanques de produção, em que: ALC. = Alcalinidade, NIT = Nitrito, T.A = Temperatura da água, AM= Amônia, OD= oxigênio dissolvido, SAL = Salinidade e C ao lado das classificações SUPERIOR, NORMAL e INFERIOR refere-se aos ciclos juntamente com os números correspondentes.



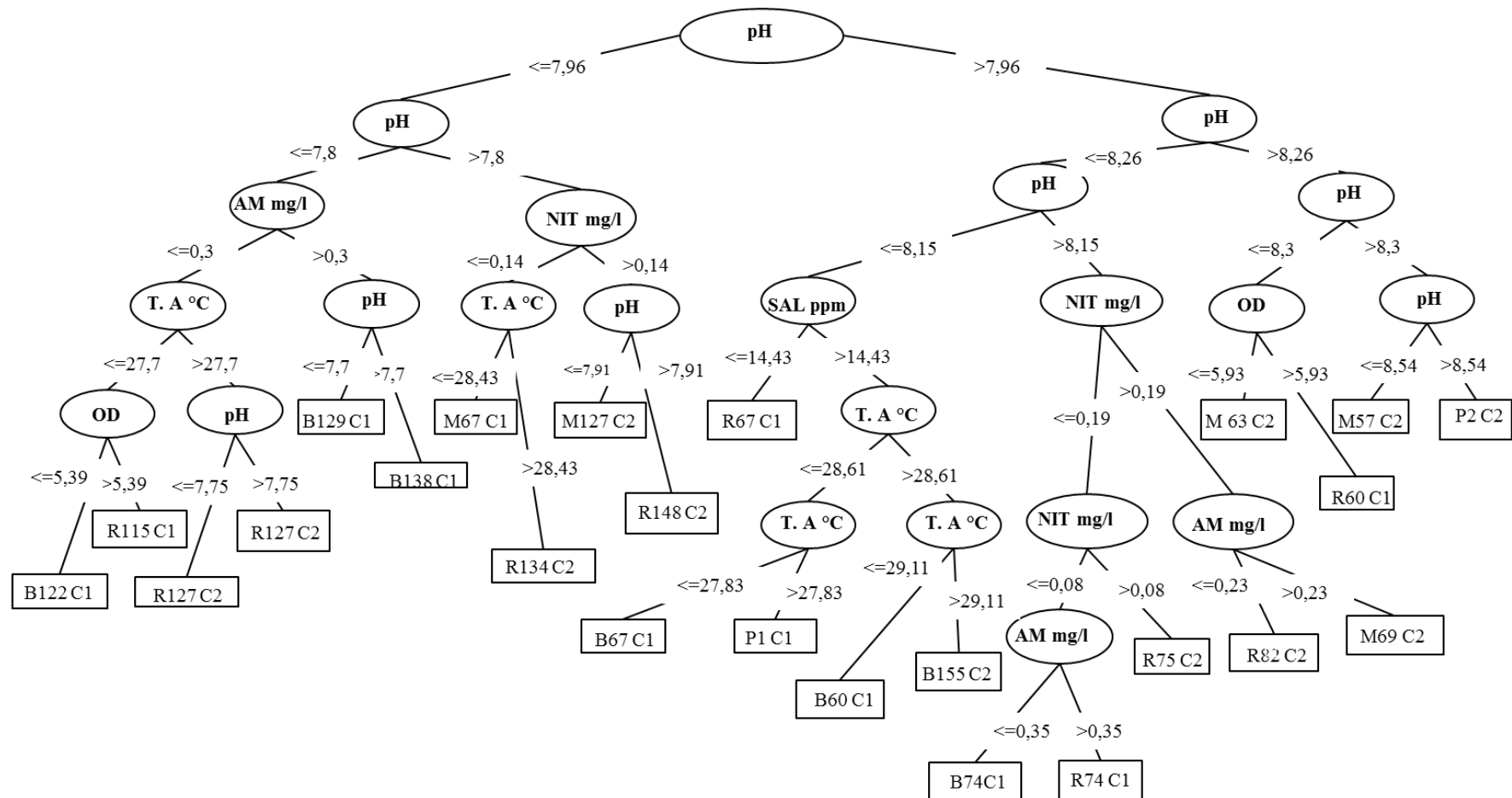
Fonte: Próprio autor.

ANEXO C. Ramo da Árvore de decisão da segunda abordagem relacionando as classes de peso BOM (B), MÉDIO (M), PADRÃO (P) e RUIM (R) conforme as idades (número ao lado das letras B, M, P e R), com os parâmetros da água e biomassa final, em que: ALC = Alcalinidade, T.A = Temperatura da água, AM= Amônia, e SAL = Salinidade.



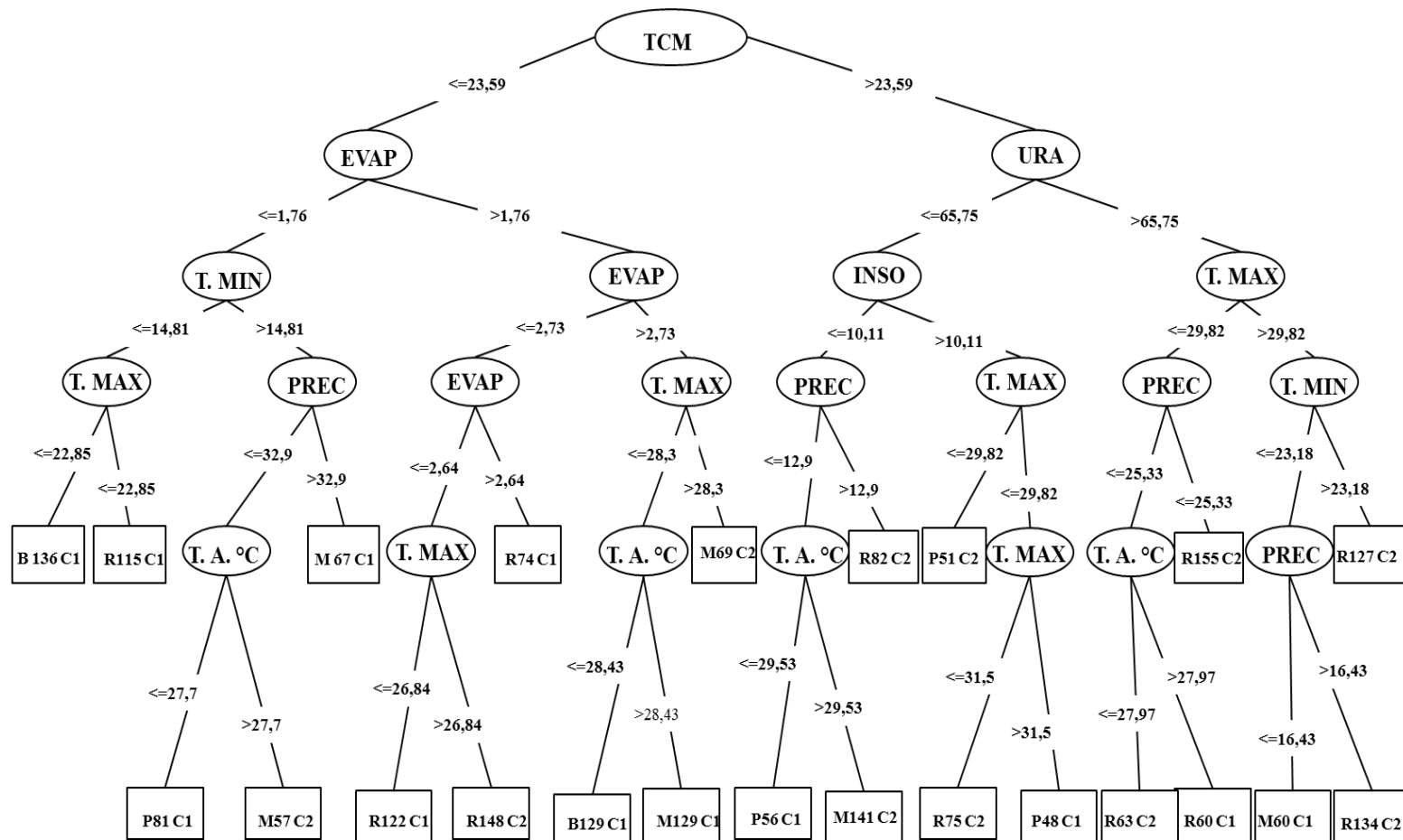
Fonte: Próprio autor.

ANEXO D. Árvore de decisão da segunda abordagem relacionando as classes de peso BOM (B), MÉDIO (M), PADRÃO (P) e RUIM (R) conforme as idades (número ao lado das letras B, M, P e R) e ciclos (escrito como C1 e C2 após a classificação), com os parâmetros da água, em que: ALC = Alcalinidade, T.A = Temperatura da água, AM= Amônia, SAL = Salinidade, e NIT= Nitrito.



Fonte: Próprio autor.

ANEXO E. Árvore de decisão da terceira abordagem relacionando as classes de peso BOM (B), MÉDIO (M), PADRÃO (P) e RUIM (R) conforme as idades (número ao lado das letras B, M, P e R) e ciclos (escrito como C1 e C2 após a classificação), com os parâmetros da água, e parâmetros climáticos em que: TCM = Temperatura externa, T.A = Temperatura da água, T.MAX = Temperatura máxima externa, T.MIN = Temperatura mínima externa PREC = Precipitação, INSO = Insolação, EVAP = Evaporação, e URA = Umidade relativa do ar.



Fonte: Próprio autor