

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADES DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA**

Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

VINÍCIUS MASTELINI

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA ESPECIALISTA PARA ANÁLISE DA
QUALIDADE DA ÁGUA PARA PISCICULTURA DE TILÁPIAS EM
TANQUE-REDE: UMA APLICAÇÃO DA LÓGICA FUZZY**

**TUPÃ
2023**

VINÍCIUS MASTELINI

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA ESPECIALISTA PARA ANÁLISE DA
QUALIDADE DA ÁGUA PARA PISCICULTURA DE TILÁPIAS EM TANQUE-
REDE: UMA APLICAÇÃO DA LÓGICA FUZZY**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronegócio e Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Câmpus de Tupã, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Agronegócio e Desenvolvimento

Linha de Pesquisa: Competitividade de Sistemas Agroindustriais

Orientador: Prof. Dr. Mário Mollo Neto

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto Almeida Gabriel Filho

Co-orientador: Prof. Dr. Timóteo Ramos Queiroz

**TUPÃ
2023**

VINÍCIUS MASTELINI

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA ESPECIALISTA PARA ANÁLISE DA
QUALIDADE DA ÁGUA PARA PISCICULTURA DE TILÁPIAS EM TANQUE-
REDE: UMA APLICAÇÃO DA LÓGICA FUZZY**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e
Desenvolvimento (UNESP/Tupã), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Banca examinadora

Prof. Dr. Mário Mollo Neto (Orientador)

UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Programa de Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento

Profa. Dra. Camila Pires Cremasco Gabriel

UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Docente no Departamento de Engenharia de Biosistemas

Prof. Dr. Marcelo Nogueira

UNIP – Universidade Paulista Campus Tatuapé/SP
Docente e Coordenador de Engenharia de Software

Tupã, 23 de Fevereiro de 2023

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação da FCE – Unesp, Câmpus Tupã:

M423d	Mastelini, Vinícius. Desenvolvimento de sistema especialista para análise da qualidade da água para piscicultura de tilápias em tanque-rede: uma aplicação da lógica Fuzzy. / Vinícius Mastelini. – Tupã: [s.n.], 2023. 135 f. : il. Dissertação (Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento) –Universidade Estadual Paulista UNESP – Faculdade de Ciências e Engenharia, 2023. Orientador: Mário Mollo Neto Coorientador: Luiz Roberto Almeida Gabriel Filho Coorientador: Timóteo Ramos Queiroz 1. Produtores. 2. Análise. 3. Inferência de <i>Mamdani</i>. 4. Não conformidades. 5.Suporte a decisão. I. Título. II. Autor.
-------	---

Fonte: Eliana Kátia Pupim, bibliotecária CRB 8 – 6202. Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Desenvolvimento de Sistema Especialista para Análise da Qualidade da Água para Piscicultura de Tilápias em Tanque-Rede: Uma Aplicação da Lógica Fuzzy

AUTOR: VINÍCIUS MASTELINI

ORIENTADOR: MARIO MOLLO NETO

COORIENTADOR: LUÍS ROBERTO ALMEIDA GABRIEL FILHO

COORIENTADOR: TIMÓTEO RAMOS QUEIROZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento, pela Comissão Examinadora:



Assinado de forma digital por
Mario Mollo Neto:12434542883
Dados: 2023.03.01 09:16:17
-03'00'

Prof. Dr. MARIO MOLLO NETO (Participação Virtual)

Departamento de Engenharia de Biossistemas / Faculdade de Ciências e Engenharia - FCE - UNESP - Tupã/SP

Profa. Dra. CAMILA PIRES CREMASCO GABRIEL (Participação Virtual)

Departamento de Engenharia de Biossistemas / Faculdade de Ciências e Engenharia - FCE - UNESP - Tupã/SP



Assinado de forma digital por Camila Pires
Cremasco Gabriel:12434542883
Dados: 2023.03.01 09:16:17
-03'00'

Prof. Dr. MARCELO NOGUEIRA (Participação Virtual)

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Software / Universidade Paulista - UNIP - São Paulo/SP



Tupã, 23 de fevereiro de 2023

AGRADECIMENTOS

Neste período de mestrado, de muito estudo, esforço e empenho, gostaria de agradecer a pessoas que me acompanharam e foram essenciais para a realização de mais esta etapa. Em primeiro lugar, agradeço a Deus por tudo, pois sem ELE nada seria possível. Obrigado por estar sempre comigo, me guiando, iluminando cada passo meu e me abençoando. Agradeço a minha mãe Rosa; a minha irmã Érica e meu sobrinho Rafael e a minha noiva Grazielle, pela compreensão ao serem privados em vários momentos da minha companhia e atenção. Obrigado por sempre desejarem o melhor para mim. Minha gratidão especial ao Prof. Dr. Mario Mollo Neto, meu orientador e, sobretudo, um grande e querido amigo, pela pessoa e profissional que é. Obrigado por acreditar em mim e por sua dedicação, que o fez, muitas vezes, deixar de lado seus momentos de descanso para me ajudar e me orientar. Gostaria de agradecer também ao meu comitê de orientação, Prof. Dr. Luís Roberto Almeida Gabriel Filho e Prof. Dr. Timóteo Ramos Queiroz; a todos os Professores do PGAD que estiveram comigo durante todo processo das disciplinas e também aos Professores da banca de qualificação/defesa, que colaboraram com a minha evolução pessoal e profissional e ao corpo administrativo da UNESP Tupã – Júlio de Mesquita Filho, por sempre estarem disponíveis e dispostos na retirada de dúvidas e na resolução de questões relacionadas aos requisitos técnicos para a realização do Mestrado.

RESUMO

Os índices de qualidade da água permitem identificar não conformidades, podendo ajudar a evitar perdas significativas para os produtores, que em muitos casos, não possuem o conhecimento necessário para o correto manejo frente a cenários de qualidade da água desfavoráveis. Este projeto visa, utilizando-se da modelagem em lógica *Fuzzy* e o método de inferência de *Mamdani*, desenvolver um aplicativo especialista capaz de analisar de maneira qualitativa e quantitativa os fatores que compõem a qualidade da água, possibilitando a visualização dos resultados e auxiliando o produtor na tomada de decisões quanto ao ambiente de criação. A espécie escolhida para compor este estudo foi a tilápia-do-Nilo e o método de criação, o tanque-rede. A tilápia-do-Nilo é originária do continente Africano, mas se adaptou bem ao clima do Brasil, sua principal característica é que atingem sua maturidade sexual com poucos meses de vida, o que significa mais alevinos em menos tempo. A relevância de poder manusear a qualidade da água com auxílio de um aplicativo especialista pode garantir maior produtividade e rentabilidade, principalmente, aos pequenos produtores.

Palavras-chave: Produtores; Análise; Inferência de *Mamdani*; Não conformidades; Suporte a decisão.

ABSTRACT

Water quality indices make it possible to identify non-conformities, which can help avoid significant losses for producers, who in many cases do not have the necessary knowledge for correct management in unfavorable water quality scenarios. This project aims, using fuzzy logic models and the Mamdani inference method, to develop a specialized application capable of qualitatively and quantitatively analyzing the factors that make up water quality, allowing the visualization of results and helping the producer to make decisions about the creation environment. The species chosen to compose this study was the Nile tilapia and the method of creation, the net tank. Nile tilapia is native to the African continent, but has adapted well to the Brazilian climate. Its main characteristic is that it reaches sexual maturity after a few months of life, which means more fry in less time. The relevance of being able to manage water quality with the help of a specialized application can guarantee greater productivity and profitability, especially for small producers.

Keywords: Producers; Analyze; Mamdani inference; Unconformities; Decision support.

SUMÁRIO

ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	9
1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Problemas	11
1.2 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	11
1.3 Objetivo geral	12
1.3.1 Objetivos Específicos	12
2 Materiais e Métodos	12
 CAPÍTULO I - Indicadores de qualidade da água para criação de tilápias-do-nilo em tanque-rede: uma revisão das práticas de análise de criação (2010-2021).....	 13
 CAPÍTULO II - Análise das redes sociais entre piscicultores de tilápia em tanques-rede no estado de são paulo	 27
 CAPÍTULO III - <i>Control and management of water quality for nile tilapia fish in net tanks based on fuzzy modeling</i>.....	 42
 CAPÍTULO IV - <i>Water Quality Monitor</i>: Aplicativo móvel especialista para análise da qualidade da água para piscicultura de Tilápia-do-Nilo	 69
 REGISTRO DO APLICATIVO “WATER QUALITY MONITOR”	 94
 DISCUSSÃO GERAL DOS RESULTADOS	 100
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 101
 REFERÊNCIAS.....	 102
 APÊNDICES	 108

ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A dissertação, em sua estrutura, está dividida em nove sessões, sendo primeiro a “Introdução”, apresentando os problemas e a necessidade da pesquisa, juntamente com os objetivos gerais e específicos pretendidos. Ainda na mesma seção, apresenta-se, de modo sucinto, a “Metodologia” aplicada ao trabalho.

A próxima seção diz respeito aos “Resultados” obtidos nas formas de artigos científicos, CAPÍTULO I - Indicadores de qualidade da água para criação de tilápias-do-nilo em tanque-rede: uma revisão das práticas de análises de criação (2010 – 2021); CAPÍTULO II - Análise das redes sociais entre piscicultores de tilápia em tanques-rede no estado de São Paulo; CAPÍTULO III - *Control and management of water quality for nile tilapia fish in net tanks based on fuzzy modeling* e CAPÍTULO IV - *Water Quality Monitor*: Aplicativo móvel especialista para análise da qualidade da água para piscicultura de Tilápia-do-Nilo, os quais possuem a descrição de cada metodologia utilizada na realização das pesquisas e resultados.

O primeiro capítulo tratou de uma revisão sistemática da literatura (RSL) sobre os Indicadores de Qualidade da Água para Criação de Tilápias-do-Nilo em Tanque-Rede.

O segundo capítulo foi a realização de um mapeamento dos piscicultores da espécie Tilápia-do-Nilo no estado de São Paulo, à fim de se verificar a existência de uma rede social entre estes criadores.

O terceiro capítulo refere-se a modelagem *Fuzzy* aplicada ao algoritmo de suporte a decisão, onde são demonstradas as variáveis pertinentes de entrada, as regras e suas saídas esperadas.

O quarto capítulo trata-se das etapas e processos realizados no desenvolvimento do aplicativo de suporte a decisão “*Water Quality Monitor*”.

Na seção posterior, foram tratadas às “Discussões Gerais da Dissertação” onde se tem a confrontação dos resultados obtidos com o estado da arte, apresentando as contribuições obtidas do processo de pesquisa.

A seguir, a seção das “Conclusões Finais”, obtidas do processo e que levaram ao atendimento dos objetivos propostos.

Então, são apresentadas as “Referências” utilizadas na pesquisa e, finalmente, os “Apêndices”.

1 INTRODUÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A fome é um problema que assola o mundo desde a sua existência, e aumenta exponencialmente a cada passo em que a humanidade cresce.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, agência da ONU), 2016, a aquicultura e a pesca são consideradas atividades estratégicas, visando a segurança alimentar sustentável no planeta. Ambas possuem a capacidade de fornecimento alimentício proteico de alta qualidade e geração de empregos (ARANA, 1999). Mostrando-se como uma alternativa aos tradicionais sistemas de produção de proteína animal, observa-se alta taxa de crescimento deste tipo de cultivo no Brasil, de 30 a 40% ao ano (EMATER-DF, 2009).

Entre as espécies de peixes de água doce criados em cativeiro, a tilápia é considerada a espécie mais importante, dentro deste grupo destaca-se a tilápia-do-Nilo, produzida em mais de 100 países e, estima-se que sua produção comercial anual é superior a 1.300.000 toneladas. No Brasil, é o peixe mais produzido, tem a característica de rápido crescimento, atinge sua maturidade sexual em poucos meses e possui carne de ótima qualidade (EMATER-DF, 2009; COLEÇÃO SENAR 208, 2018).

Originalmente proveniente do continente Africano, as tilápias, como objeto de estudos, tiveram o início de suas pesquisas para a criação no Congo Belga (atual Zaire), no início do século XIX. Em 1924 sua criação foi intensificada no Quênia, e sua expansão para as demais partes do mundo aconteceu a partir da Malásia (CAMPO, 2008). A introdução da espécie no Brasil ocorreu por volta do ano de 71, nos açudes do Nordeste (PROENÇA e BITTENCOURT, 1994; CASTAGNOLLI, 1996).

Apresentando um bom desempenho em sistemas intensivos, por ser precoce, a piscicultura em tanques-rede vem mostrando evolução positiva (FURLANETO, 2006; AYROZA, 2009). Tanques-rede são estruturas flutuantes, com tela e instalados em ambientes aquáticos abertos, como reservatórios, lagos e açudes. A piscicultura em tanques-rede tem crescido em países como a China, Indonésia e Brasil, e tende a tornar-se o mais utilizado sistema de criação de peixes (ZANIBONI FILHO et al., 2005).

As vantagens deste tipo de sistema são o menor custo de investimento, a facilidade do manejo, a alta produtividade e a fácil observação dos peixes (COLEÇÃO SENAR 208, 2018).

Para uma criação bem-sucedida de tilápias em tanques-rede, é fundamental dispor de conhecimento prévio de alguns aspectos que envolvem essa atividade, o principal deles, a qualidade da água (COLEÇÃO SENAR 208, 2018).

1.1 Problema

Visando disponibilizar informação de qualidade aos pequenos criadores, este projeto mostra-se bastante relevante quanto a expectativa de melhorias de processos de produção através de uma modelagem matemática, fornecendo a possibilidade de análise prévia, auxiliando na tomada de decisões, evitando perdas, garantindo melhor qualidade da carne e possibilitando maior lucratividade, indo ao encontro do objetivo do programa, ligado ao Agronegócio e Desenvolvimento, buscando colaborar diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS da ONU).

1.2 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

Com a realização da nova Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro (Rio+20). Almejando os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), diversas áreas e setores econômicos foram incluídas (FIGURA 1). Cada um dos objetivos possui metas enumeradas a serem cumpridas.

Metas estas que, visam o desenvolvimento sustentável, sendo recomendável a cada nação, fazer as adaptações dos objetivos conforme sua realidade (ROMA, 2019).

Dos 17 objetivos, foram destacadas cinco que incidem diretamente sobre o projeto: ODS2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável; ODS12 – Consumo e Produção Responsáveis; ODS14 – Vida na Água; ODS8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico; ODS9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura.

Figura 1 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).



Fonte: ODSBRASIL (2020).

1.3 Objetivo Geral

Desenvolver um aplicativo especialista com algoritmo *Fuzzy* para auxílio dos produtores na tomada de decisão sobre a qualidade da água.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Identificação dos indicadores de qualidade da água, por meio de revisão sistemática da literatura;
- Desenvolver um sistema baseado na lógica *Fuzzy* e no método de inferência de *Mamdani* para avaliar a qualidade da água do tanque de criação;
- Efetuar os registros dos aplicativos gerados junto ao INPI.

2 Materiais e Métodos

Com intuito de levantar uma base teórica e da identificação das variáveis independentes que influenciam diretamente no processo, foi realizado primeiramente um estudo documental sobre o tema, utilizando de autores conhecidos na área, artigos publicados, normas técnicas brasileiras e internacionais, realizada a partir do método de Revisão Sistemática da Literatura (RSL), foram utilizadas quatro bases de dados a *Scopus*, a *Web Of Science*, Periódicos CAPES e a Alice, que foram escolhidas devido sua diferenciação no que se refere a pesquisas de inovações e desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento da RSL foi realizado em etapas, primeiro com a elaboração e testes de diferentes *Strings* de buscas e diferentes filtros, sendo as publicações entre 2010 e 2021, utilizando as seguintes buscas booleanas: *TITLE-ABS-KEY (“nile 12ilápia”) AND TITLE-ABS-KEY ((indicators) OR (factors) OR (variables)) AND TITLE-ABS-KEY (“water quality”)*; *“nile tilápia” (Topic) and (indicators) OR (factors) OR (variables) (Topic) and “water quality” (Topic)*; *tilápia-do-Nilo AND (indicadores) OR (fatores) OR (variáveis) AND “qualidade da água”*. Assim as buscas foram filtradas e analisadas com auxílio da ferramenta *START*.

Posteriormente, foi realizada uma análise das redes sociais de piscicultores do estado de São Paulo, onde o intuito foi verificar a existência de uma rede de criadores que poderiam auxiliar nos testes e validações, bem como levantamento dos pontos positivos e negativos dessa atividade. Em seguida, um estudo sobre a modelagem *Fuzzy* do algoritmo de suporte a decisão e os procedimentos realizados para definição desse processo.

Por fim, as etapas do desenvolvimento do aplicativo, as discussões e conclusões.

CAPÍTULO I

Indicadores de Qualidade da Água para Criação de Tilápias-do-Nilo em Tanque-Rede: Uma Revisão das Práticas de Análises de Criação (2010 – 2021)

O CAPÍTULO I foi elaborado para alcançar o conhecimento do estado da arte sobre o tema da pesquisa, elaborou-se a RSL para a localização e organização dos trabalhos que foram utilizados para a fundamentação da dissertação.

Este capítulo foi submetido e publicado no periódico RECIMA21 na data de 12/2022. Disponível pelo link: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i12.2363>



INDICADORES DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CRIAÇÃO DE TILÁPIAS-DO-NILO EM TANQUE-REDE:
UMA REVISÃO DAS PRÁTICAS DE ANÁLISES DE CRIAÇÃO (2010 – 2021)

WATER QUALITY INDICATORS FOR BREEDING NILE TILAPIA IN NET TANKS: A REVIEW OF
BREEDING ANALYSIS PRACTICES (2010 – 2021)

Vinícius Mastelini¹, Mario Mollo Neto²

e3122363

<https://doi.org/10.47820/recima21.v3i12.2363>

PUBLICADO: 12/2022

RESUMO

A análise qualitativa e quantitativa dos fatores que compõem os indicadores de qualidade da água permite identificar não conformidades, podendo ajudar a evitar perdas significativas para os produtores, que em muitos casos, não possuem o conhecimento necessário para o correto manejo frente a cenários de qualidade da água desfavoráveis. Identificar, conhecer e analisar tais indicadores, possibilita a visualização dos resultados e auxilia o produtor na tomada de decisões quanto ao ambiente de criação. Fatores físicos, como a transparência e químicos, como o oxigênio dissolvido e pH, são alguns dos principais indicadores de qualidade da água. Os resultados obtidos nesta revisão sistemática permitiram identificar e classificar indicadores de qualidade da água para criação da espécie Tilápia-do-Nilo, que poderão facilitar o processo de acompanhamento da qualidade da água do criatório, compondo importante ferramenta de suporte a decisão para os produtores.

Palavras-chave: Análise; Produtores; Ambiente; Não conformidade.

ABSTRACT

The qualitative and quantitative analysis of the factors that make up the water quality indicators allows non-conformities to be identified, which can help avoid significant losses for producers, who in many cases do not have the necessary knowledge for correct water management, unfavorable water quality scenarios. Identifying, knowing and analyzing these indicators allows visualizing the results and helps the producer in making decisions about the creation environment. Physical factors such as transparency and chemical factors such as dissolved oxygen and pH are some of the main indicators of water quality. The results obtained in this systematic review allowed the identification and classification of indicators of water quality for the creation of the Nile Tilapia species, which could facilitate the process of monitoring the quality of the water of the farm, constituting an important tool of decision support for farmers.

Keywords: Analyze; Producers; Environment; Unconformities.

INTRODUÇÃO

A tilápia é considerada a espécie mais importante dentre as criadas em cativeiro, é produzida em mais de 100 países, sendo no Brasil, a espécie mais criada (EMATER-DF, 2009; COLEÇÃO SENAR 208, 2018).

Originária da África, sua criação foi intensificada em 1924 e sua expansão para as demais partes do mundo aconteceu (CAMPO, 2008). No Brasil, a introdução da espécie ocorreu por volta de 1971 (PROENÇA e BITTENCOURT, 1994; CASTAGNOLLI, 1996).



A tilápia possui diversas características, sem rápida no crescimento e com isso, atingindo sua maturidade reprodutiva antes de outras espécies, se adapta bem aos ambientes, tem carne de ótima qualidade e sabor e elevado valor comercial (CASTAGNOLLI, 1992; SCHIMITTOU, 1995; ONO e KUBITZA, 2003; ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004; CYRINO e CONTE, 2006).

Devido ao bom desempenho em sistemas intensivos de produção por ser precoce, a piscicultura em tanques-rede com tilápia vem ocupando lugar de destaque (FURLANETO, 2006; AYROZA, 2009).

É fundamental dispor de conhecimento prévio de alguns aspectos que envolvem a criação bem-sucedida da espécie, o principal deles, a qualidade da água (COLEÇÃO SENAR 208, 2018).

Com o intuito de levar informação de qualidade aos pequenos piscicultores, essa revisão sistemática da literatura tem o objetivo de identificar as variáveis ambiente que influenciam na qualidade da água na criação de tilápias-do-Nilo em tanques-rede.

MATERIAIS E MÉTODOS

A escolha do método de pesquisa acompanha as recomendações de PEREIRA et al. (2018), baseando-se na busca de artigos científicos e demais documentos relacionados ao tema, disponibilizados em bases de dados nacionais e internacionais.

Quanto a técnica de pesquisa aplicada, foram consideradas as recomendações de LUDKE e ANDRE (2013), que salientam a importância do pesquisador em saber separar os detalhes relevantes, fazendo registros destes, identificando melhores formas de criar e organizar anotações e usufruir de métodos coesos para sua validação.

As bases de dados selecionadas para as buscas foram a *Scopus*, a *Web of Science*, Periódicos CAPES e a Alice, bases que, anteriormente já haviam sido analisadas e que teriam a capacidade de fornecer e colaborar com os interesses dessa revisão. Houve também a utilização de manuais de criação, documentos fornecidos por instituições reconhecidas como: EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba), SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural) e EMATER-DF (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal) e outros artigos científicos.

Foram criadas e testadas várias *Strings* de busca, até se chegar ao considerado adequado para o presente estudo, segundo a temática abordada. As primeiras tentativas foram realizadas durante o mês de setembro de 2021, onde os resultados foram considerados insatisfatórios, pela grande quantidade de documentos trazidos pela *String*, o que poderia indicar uma má elaboração da mesma. Após adaptações realizadas com o auxílio do comitê de orientação, foram elaboradas as *Strings* que, utilizadas durante o mês de outubro de 2021, trouxeram melhores resultados para a pesquisa. Junto as *Strings*, foram aplicados filtros, visando colaborar com a melhor seleção dos artigos e documentos.

O primeiro filtro aplicado nas bases de dados teve o intuito de restringir apenas a busca por artigos científicos (na base de dados Alice esse filtro ficou aberto para manuais de criação e documentos especialistas).

O segundo filtro foi utilizado para restringir documentos entre os anos de 2010 à 2021 (até a data das consultas). O motivo para utilização deste filtro leva em consideração o período de aumento da piscicultura no Brasil (IPEA, 2017; SEAFOOD, 2020).

O terceiro filtro foi utilizado para selecionar apenas documentos nos idiomas inglês e português.

O quarto filtro foi utilizado para buscar documentos referente às áreas de conhecimento que refletiam o tema da presente revisão sistemática da literatura.

O quinto e último filtro foi obtido com a leituras dos títulos e resumos, conforme apresenta o Quadro 1.

Quadro 1: Bases de dados e *Strings* aplicadas.

Base de Dados	Scopus	Web of Science	Periódicos CAPES	Alice
Data da Coleta	04/10/2021	04/10/2021	08/10/2021	08/10/2021
Busca Booleana (título, resumo e palavras chaves)	(TITLE-ABS-KEY ("nile tilapia") AND TITLE-ABS-KEY ((indicators) OR (factors) OR (variables)) AND TITLE-ABS-KEY ("water quality"))	"nile tilapia" (Topic) and (indicators) OR (factors) OR (variables) (Topic) and "water quality" (Topic)	tilápia-do-Nilo AND (indicadores) OR (fatores) OR (variáveis) AND "qualidade da água"	tilápia-do-Nilo AND (indicadores) OR (fatores) OR (variáveis) AND "qualidade da água"
Filtro 1	Somente artigos	Somente artigos		
Filtro 2	entre 2010 e 2021	entre 2010 e 2021	entre 2010 e 2021	entre 2010 e 2021
Filtro 3	Inglês, Português e Espanhol	Inglês, Português e Espanhol		
Filtro 4	Agricultura; Ciências Biológica; Ciência Ambiental; Química.	Agricultura; Ciências Biológica; Ciência Ambiental; Química.	Agricultura; Ciências Biológica; Ciência Ambiental; Química.	Agricultura; Ciências Biológica; Ciência Ambiental; Química.
Filtro 5	Leitura títulos e resumos	Leitura títulos e resumos	Leitura títulos e resumos	Leitura títulos e resumos

Fonte: Autores.



Como método de análise dos documentos identificados na etapa de elaboração das *Strings* e filtros, foi utilizado o *software START*, que auxiliou na organização e separação dos documentos aceitos e não selecionados.

Nesse momento foi observada duplicidade de artigos, bem como, artigos que, após leitura mais aprofundada das introduções, foram descartados por não tratarem do assunto estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção, são representados os resultados obtidos através da análise dos documentos selecionados na revisão sistemática da literatura, com a abordagem na qualidade da água para a criação de tilápias-do-Nilo em tanques-rede.

A análise buscou destacar a tilápia-do-Nilo e suas características considerando as suas origens, potencial de criação, e necessidades de controle de ambiente que ofereçam maior conforto e correspondente incremento potencial de produtividade.

O estudo procurou caracterizar o sistema de produção em tanque-rede e buscou destacar os critérios considerados importantes pelos autores dos estudos localizados na revisão, que contribuam para a seleção da área que conte com as características mais indicadas por estes estudos para a criação da tilápia-do-Nilo em tanque-rede.

Na sequência, foram levantados, dentre os artigos selecionados, os principais indicadores de qualidade citados, sobre os quais, foram feitos os destaques dos pesquisadores com o objetivo de identificar os indicadores que influenciam na qualidade da água na criação de tilápias-do-Nilo em tanques-rede na presente pesquisa.

TILÁPIA-DO-NILO

A tilápia-do-Nilo é originária da bacia do rio Nilo, Leste da África e, foi amplamente disseminada nas regiões tropicais e subtropicais, como em Israel, Sudeste Asiático e Continente Americano (CARVALHO, 2006).

Introduzida no Brasil no ano de 71 pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) nos açudes do Nordeste, se espalhando, posteriormente, por todo o país (PROENÇA e BITTENCOURT, 1994; CASTAGNOLLI, 1996).

Considerada uma das espécies de peixes com o maior potencial para a aquicultura, contempla características essenciais: de rápido crescimento, grande e variado cardápio alimentar, capacidade de se adaptar em ambientes e sistemas diversos, resistente a doenças, possui carne saborosa e com baixo teor calórico, alto rendimento de filé e ausência de espinhos em formato de “Y” (mioceptos) (CASTAGNOLLI, 1992; SCHIMITTOU, 1995; ONO e KUBITZA, 2003; ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004; CYRINO e CONTE, 2006).

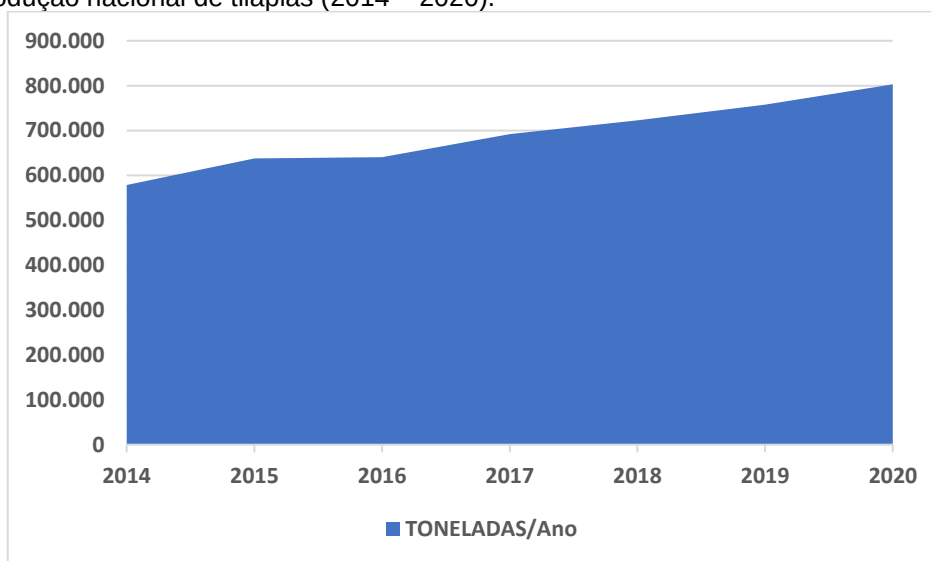
Por se tratar de uma espécie tropical, a tilápia tem como temperatura ideal entre 25 e 30° C, com crescimento afetado em temperaturas abaixo de 15° C e não resistindo a temperaturas por volta dos 9° C (CASTAGNOLLI, 1992; KUBITZA, 2000; GONZÁLEZ e QUEVEDO, 2001; ONO e KUBITZA, 2003; CYRINO

e CONTE, 2006).

Dentre as espécies de água doce e onívoro, tem se destacado devido elevada capacidade de digestão e utilização da energia e proteína dos alimentos de origem vegetal e animal, superando espécies como a carpa e o bagre (HUGHES, 1993; KUBARIK, 1997).

É possível visualizar o crescimento da produção desta espécie analisando os GRÁFICO 1, abaixo disponibilizados.

Gráfico 1: Produção nacional de tilápias (2014 – 2020).



Fonte: Adaptado pelos autores de IPEA. Evolução da Piscicultura no Brasil, 2017 e SEAFOOD Brasil. Disponível em: <https://www.seafoodbrasil.com.br/mesmo-em-pandemia-piscicultura-brasileira-cresce-593-em-2020>.

SISTEMA DE PRODUÇÃO EM TANQUE-REDE

O cultivo em tanques-rede é classificado como superintensivo, muito utilizado na China, Indonésia e no Brasil, e tende a tornar-se o mais importante dos sistemas de criação de peixes, por apresentar vantagens sobre os demais sistemas (ZANBONI FILHO et al., 2004).

A criação em tanque-rede possui alta e contínua renovação de água, facilitando a remoção dos metabólitos e dejetos da própria produção, auxiliando na qualidade da água. É classificada também como uma alternativa para aproveitamento de corpos d'água inexplorados (COLT & MONTGOMERY, 1991).

Os tanques-rede (FIGURA 1), são fechados com tela, cobertura, comedouro e flutuadores, podendo ser utilizados vários tipos de matérias (SCHIMITTOU, 1995; ONO e KUBITZA, 2003).

São muitas as vantagens deste sistema produtivo se comparado ao semi-intensivo, os viveiros escavados (FIGURA 2), são elas: menor variação dos parâmetros físicos e químicos da água, menor investimento (de 60 a 70%), facilidade de movimentação de peixes, intensificação da produção, fácil observação, redução do manuseio da criação. Tratando-se de desvantagens, é possível observar

a necessidade de fluxo constante de água através das redes, dependência total do sistema de arraçoamento (ato de dar ração), risco de rompimento da tela da gaiola e possibilidade de introdução de doenças e/ou peixes no ambiente (BEVERIDGE, 1987; BORGHETTI e CANZI, 1993; SCHMITTOU, 1995; SILVA e SIQUEIRA, 1997; ONO e KUBITZA, 2003; CYRINO e CONTE, 2006; EL-SAYED, 2006).

Figura 1: Tanques-rede.



Fonte: Imagem da internet. Buscador Google.

Figura 2: Tanques escavados.



Fonte: Imagem da internet. Buscador Google.



SELEÇÃO DA ÁREA PARA CRIAÇÃO

Conforme EMATER-DF (2009), para a implantação de viveiros, é necessário observar as condições de sustentabilidade do projeto, questões ambientais e econômicas.

- Terreno: a área ideal deve ser plana ou com suave declividade (máximo de 2%);
- Solo: os melhores são os que apresentam cerca de 35% de teor de argila. Solos com teor acima de 50% de areia não são recomendados;
- Água: precisa ser de boa qualidade, isenta de agrotóxicos e outros poluentes, com vazão de 10 a 15 litros por segundo por hectare de área de viveiros;
- Meio Ambiente: por obrigatoriedade, devem ser respeitadas as áreas de preservação ambiental;
- Clima: a variação climática da região deve ser compatível com os requerimentos da espécie que será cultivada;
- Infraestrutura: disponibilidade de energia elétrica, acesso a estradas, etc.

QUALIDADE DA ÁGUA

É dito que, criar peixes, antes de tudo é “criar água”, tão grande é a interação desse fator.

Para se adquirir sucesso na criação de peixes de qualquer espécie e em qualquer sistema, é fundamental atender fatores físicos e químicos da água, cujos principais: temperatura, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico – pH, transparência, amônia e nitrito (CODEVASF, 2019).

O conhecimento dessas variáveis de qualidade da água pode contribuir para a tomada de decisão (NEU et al., 2014; CSÁBRÁGI et al., 2019; GODOY et al., 2018).

TEMPERATURA

Um dos principais fatores, que deve ser constantemente monitorado por se tratar de um parâmetro limitante da alimentação e estresse quando fora da faixa de conformidade (conforme Quadro 2), favorecendo também, o aparecimento de doenças. Peixes são animais cuja temperatura corporal apresenta-se próxima à temperatura da água onde vivem (CODEVASF, 2019).

Em geral, para peixes tropicais, os valores de temperatura suportáveis vão de 20 à 29 °C (BOYD e TUCKER, 2015).

A temperatura reflete direto no processo osmótico dos peixes, das atividades fisiológicas como respiração, digestão, excreção, alimentação e movimentação (STRASKRABRA e TUNDISI, 2013).

Quadro 2: Faixas de temperatura da água (°C) e desempenho esperado.

Temperatura (°C)	Resposta Esperada
> 34	Maior incidência de doenças e mortalidade crônica.
30 a 34	Redução no consumo de alimentos e no crescimento.
26 a 30	Crescimento ótimo.
< 22	Consumo de alimento e crescimento são bastante reduzidos.
< 18	Consumo de alimento e crescimento praticamente cessam.
10 a 15	Faixa letal.

Fonte: Adaptado pelos autores de Ono e Kubitz (2003).

Para aferição e controle da temperatura da água são utilizados termômetros ou termostatos em diferentes períodos do dia (CODEVASF, 2019; COLEÇÃO SENAR 208, 2018; EMATUR-DF, 2009).

Nos casos onde a variável temperatura encontra-se abaixo dos valores recomendados, a utilização de aquecedores e/ou termostatos pode auxiliar no seu controle. Já, nos casos onde a variável temperatura encontra-se acima dos valores recomendados, a utilização de exaustores pode colaborar (CURSO CPT, 2022).

OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Essencial para a sobrevivência dos peixes, é do oxigênio dissolvido que depende a sua atividade metabólica. O oxigênio é disponibilizado para o ambiente aquático pelo processo de difusão. Essas variações são causadas por atividades biológicas e químicas como: fotossíntese, da respiração e da presença de matérias orgânicas e inorgânicas (CODEVASF, 2019).

A quantidade de oxigênio dissolvido na água tem direta influência da temperatura. Com a temperatura mais alta, o nível de oxigênio diminui (MATA et al., 2018; SOUSA et al., 2018).

O Quadro 3, apresenta os valores de classificação das faixas do oxigênio dissolvido na água e o status correspondente quanto ao conforto encontrado no criatório.

Quadro 3: Faixas de oxigênio dissolvido da água (mg/L) e desempenho esperado.

Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Resposta Esperada
< 3	Faixa letal.
3 a 7	Ideal.
> 7	Alerta.

Fonte: Adaptado pelos autores de CODEVASF (2019); COLEÇÃO SENAR 208 (2018) e EMATUR-DF (2009).

O oxímetro é a ferramenta utilizada para o controle e medição do oxigênio dissolvido da água, medição que deve ser realizada com frequência (CODEVASF, 2019; COLEÇÃO SENAR 208,

2018; EMATUR-DF, 2009).

Nos casos onde a variável oxigênio dissolvido encontra-se abaixo dos valores recomendados, a utilização de aeradores e/ou bombas pode auxiliar no seu controle. Já, nos casos onde a variável oxigênio dissolvido encontra-se acima dos valores recomendados, o controle da temperatura e a higienização da água podem colaborar (CETESB, 2022).

POTENCIAL HIDROGÊNIO - PH

A água se diz neutra quando está com pH = 7. Quanto maior a concentração de íons de hidrogênio, mais ácida fica a água e o pH diminui de 7 até 0, por sua vez, diminuindo a concentração de $[H^+]$, a água torna-se mais básica e o pH sobre de 7 até 14. É recomendado para a maioria dos peixes que o pH fique em uma faixa de 6,5 a 8,5, suportando até 9,0, de acordo com alguns autores (CODEVASF, 2019; BHATNAGAR e DEVI, 2013; LEIRA et al. 2017). Desta forma, a classificação deverá acompanhar o conforto delimitado pelas faixas de pH apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4: Faixas de pH da água e desempenho esperado.

pH	Resposta Esperada
< 4 ou > 9	Letal.
4 a 6	Alerta.
6.5 a 8.5	Ideal.

Fonte: Adaptado pelos autores de CODEVASF (2019); COLEÇÃO SENAR 208 (2018) e EMATUR-DF (2009).

A aferição de pH para controle da qualidade da água deve ser realizada constantemente, para tal, é utilizado o pHmetro (CODEVASF, 2019; COLEÇÃO SENAR 208, 2018; EMATUR-DF, 2009).

Nos casos onde a variável pH encontra-se abaixo dos valores recomendados, é possível a aplicação de bicarbonato de sódio. Já, nos casos onde a variável pH encontra-se acima dos valores recomendados, é possível a aplicação da turfa (WIKIHOW, 2022).

AMÔNIA

Amônia surge com a excreção dos peixes e pela decomposição das proteínas (presentes nas rações e no ambiente). Apresentam-se no ambiente aquático em duas formas: NH_4^+ (ion amônio) e NH_3 (amônia). Valores acima de 0,6 mg/L de amônia podem causar estresse e até a morte (CODEVASF, 2019; SODERBERG, 2017).

O nitrito deve ficar dentro da faixa de até 0,5 mg L⁻¹ (LEIRA et al., 2017).

Também segundo CODEVASF (2019), o nitrito é o resultado da oxidação da amônia por bactérias nitrossomonas, que acaba por envenenar os peixes, matando-os por asfixia.

Assim, as faixas e classificações referentes ao conforto do criatório, no tocante aos níveis de concentração da amônia, são apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5: Faixas de amônia (mg/L) da água e desempenho esperado.

Amônia (mg/L)	Resposta Esperada
≤ 0.2	Alerta.
0.2 a 0.5	Ideal.
> 0.5	Letal.

Fonte: Adaptado pelos autores de CODEVASF (2019); COLEÇÃO SENAR 208 (2018) e EMATUR-DF (2009).

O controle da amônia e nitrito é realizado através de um kit de análise, capaz de medir os níveis de tal substâncias na água (CODEVASF, 2019; COLEÇÃO SENAR 208, 2018; EMATUR-DF, 2009).

Nos casos onde a variável amônia encontra-se acima dos valores recomendados, a frequente higienização e limpeza da água podem colaborar com o controle. (CODEVASF, 2019).

TRANSPARÊNCIA

A transparência é um parâmetro que indica concentração da população de plâncton ou a suspensão de sedimentos finos. Quando a profundidade estiver entre 40 e 60 cm, o nível de eutrofização é alto, de 60 a 160 cm a eutrofização é média e, acima disso é baixa. (CODEVASF, 2019).

O Quadro 6, a seguir, apresenta as faixas de transparência e as respectivas classificações esperadas.

Quadro 6: Faixas de transparência da água.

Transparência (cm)	Resultado Esperado
0 a 60	Alta transparência.
61 a 160	Média transparência.
> 161	Baixa transparência (algas e/ou substâncias nocivas).

Fonte: Adaptado pelos autores de CODEVASF (2019); COLEÇÃO SENAR 208 (2018) e EMATUR-DF (2009).

A medição da transparência da água é realizada através do disco de Secchi e deve ocorrer de maneira contínua (CODEVASF, 2019; COLEÇÃO SENAR 208, 2018; EMATUR-DF, 2009).

Nos casos onde a variável transparência encontra-se com status média ou baixa, a frequente higienização do local e o controle da turbidez da água podem colaborar com o controle. (CODEVASF, 2019).

Levando-se em consideração, todas as indicações das referências exploradas nesta RSL, observaram-se os indicadores de maior importância para a garantia da qualidade da água nos criatórios de tilápia-do-Nilo (*O. Niloticus*), com o método de criação, o tanque-rede.

Das referências consultadas, foi possível criar-se um conjunto de Quadros (1 a 5), que permitem gerar uma boa classificação de conforto versus níveis de cada um dos indicadores de



qualidade da água, o que, permitirá no futuro, a criação de um algoritmo de avaliação da qualidade da água para auxiliar os proprietários dos criatórios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente RSL contribui com a pesquisa, identificando e descrevendo as características de alguns dos principais meios e modos de criação, juntamente com importantes indicadores de qualidade da água para a produção de tilápias-do-Nilo em tanques-rede. Possibilitou a identificação não apenas de valores ótimos de qualidade da água, mas também, de valores desfavoráveis, proporcionando expectativa de melhorias de processos de produção, garantindo melhor qualidade da carne, com melhor conforto para as tilápias que poderão desenvolver melhor todo o seu potencial produtivo, possibilitando maior lucratividade e buscando colaborar diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU para atendimento da agenda 2030, como por exemplo: Fome Zero e Agricultura Sustentável e Vida da Água.

A pesquisa colabora também com informações e detalhes identificados na literatura sobre a estrutura básica de tanques-rede (ou gaiolas) e da seleção da área utilizada no processo de criação intensivo. O processo ainda colabora positivamente com a possibilidade de um futuro desenvolvimento de um algoritmo que permita automatizar os processos de controle de qualidade da água presente nos criatórios de forma a facilitar a gestão para os criadores.

Conclui-se, assim, que há necessária importância com o controle e a análise do manejo destes e de outros indicadores de qualidade da água neste, ou em qualquer outro processo de piscicultura. Análise essa, que pode garantir sucesso ou não aos produtores, como maiores quantidades de produção; melhor qualidade dos produtos; maior lucratividade na comercialização; cuidado com o meio de criação e ambiente saudável.

A presente pesquisa não exclui a necessidade, nem deixa de recomendar o acompanhamento presencial de especialistas na área da piscicultura (Biólogos e/ou Zootecnistas).

REFERÊNCIAS

- AYROZA, L. M. S. **Criação de Tilápia-do-Nilo, Oreochromis Niloticus, em Tanques-Rede, na Usina Hidrelétrica de Chaventes, Rio Paranapanema, SP/PR.** Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista Centro de Aquicultura da UNESP Câmpus de Jaboticabal, 2009.
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage Culture.** 1ª ed. England: Fishing. England. News Books Ltd. 1987. 351p.
- BHATNAGAR, A; DEVI, P. **Water quality guidelines for the management of pond fish culture.** International Journal of Environmental Sciences, 2013. 1980-2009p.
- BORGHETTI, J. R.; CANZI, C. **The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (Piaractus mesopotamicus) raised in cages.** Aquaculture, The Netherlands, 1993. 114: 93-101p.
- BOYD, C.E.; TUCKER, C.S.; VIRIYATUM, R. **Interpretation of pH, acidity, and alkalinity in aquaculture and fisheries.** North American Journal of Aquaculture, 2011. 403-408 p.



BOYD, C.; TUCKER, C. **Handbook for aquaculture water quality** C.E. Boyd & Assoc. Incorporated, 2015.

CAMPO, L.F.C. **LA TILAPIA ROJA: Una evolucion de 26 años, de la incertidumbre al éxito.** México, 2008. 147p.

CARVALHO, E.D. **Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições imunológicas.** Relatório Científico (FAPESP). Botucatu, SP. 2006. 46p.

CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce.** Jaboticabal: FUNEP. 1992.189p.

CASTAGNOLLI, N. **Aqüicultura para o ano 2000.** Brasília: CNPq, 1996. 95p.

CETESB. **Oxigênio Dissolvido.** Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/>. Acesso em: 09/11/2022.

CODEVASF. **Manual de Criação de Peixes em Tanques-Rede.** Ministério do Desenvolvimento Regional. 3º ed. Distrito Federal, Brasília, 2019.

COLEÇÃO SENAR 208. **Piscicultura: Criação de Tilápias em Tanques-Rede.** Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Brasília – DF, 2018.

COLT, J.; MONTGOMERY, J.M. **Aquaculture production systems.** Journal of Animal Science, EUA, 1991. v. 69, 4183- 4192p.

CSÁBRÁGI, A.; MOLNÁR, S.; TANOS, P.; KOVÁCS, J.; MOLNÁR, M.; SZABÓ, I. I.G. Hatvani. **Estimation of dissolved oxygen in riverine ecosystems: Comparison of differently optimized neural networks.** Ecological Engineering, 2019. 298-309p.

CURSO CPT. **Criação de peixes: medição e controle da água em viveiros.** Disponível em: <https://www.cpt.com.br/artigos/criacao-de-peixes-medicao-e-controle-da-agua-em-viveiros>. Acesso em: 09/11/2022.

CYRINO, J.E.; CONTE, L.; **Tilapicultura em Gaiolas: produção e economia.** In: José Eurico Possebon Cyrino e Elisabeth Criscuolo Urbinati (Eds.). AquaCiência 2004: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, 2006. cap.12, 151-171p.

EL-SAYED, A.- F.M. **Intensive Culture.** In: Abdel-Fattah M. El-Sayed (Ed.) Tilapia Culture, London, 2006. Cap.5, 70-94p.

EMATER-DF. **Criação de Tilápias.** Governo do Distrito Federal. 2º ed. Brasília – DF, 2009.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. **Custo e rentabilidade da produção de tilápia (Oreochromis sp.) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/05.** Informações Econômicas, São Paulo, 2006. v.36, n.3, 63-69p.

GODOY, A.; CORRÊIA, A.F.; BOSCOLO, W.R.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A.; OLIVEIRA, J.D. A. Feiden. **Water quality in a reservoir used for fish farming in cages in winter and summer periods.** Water, Air, & Soil Pollution, 2018.

GONZÁLEZ, C.E.; QUEVEDO, E.T. **Cultivo de las tilápias roja (Oreochromis spp.) y plateada (Oreochromis niloticus),** cap. XIII. 283-299p.

HUGHES, S.G. **All-vegetable protein feeds.** Feed International, 1993. v.14, 55-60p.



IPEA. **Evolução da Piscicultura no Brasil: Diagnóstico e Desenvolvimento da Cadeia Produtiva de Tilápia**. Rio de Janeiro, 2017.

KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**. 1ª ed. Jundiaí: Fernando Kubitza, 2000. 289p.

LEIRA, M.H.; CUNHA, L.T.; BRAZ, M.S.; MELO, C.C.V.; BOTELHO, H.A.; REGHIM, L.S. **Water quality and its use fish farms**. Pubvet, 2017. 11-17p.

LÜDKE, M., & ANDRE, M. E. D. A. **Pesquisas em educação: uma abordagem Qualitativa**. E.P.U, 2013.

MATA, D.A.D.; SOUZA, T.; GOMES, C.M.; ANDRADE, R.A.D.; APOLINÁRIO, M.D.O. **Agropecuária em foco: Limnologia e sua correlação com a produtividade da tilápia oreochromis niloticus**. AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO, 2018.

NEU, D.H.; BOSCOLO, W.R.; DIEMER, O.; CAMARGO, D.J.; WÄCHTER, N. A. Feiden. **Qualidade da água em um reservatório neotropical associado à criação de peixes em tanques rede: Reservatório de itaipu**. Agrarian, 2014. 139-146p.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3ªed. Jundiaí: Eduardo A. Ono, 2003. 112p.

PEREIRA, A. S., SHITSUKA, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. **Metodologia da pesquisa científica**. UFSM. 2018.

PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, 1994.196p.

SCHMITTOU, H.R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume. Tradução de Eduardo Ono**. ASA - Associação Americana de Soja. Editado por Silvio Romero Coelho, Mogiana Alimentos S.A., 1995, 78p.

SEAFOOD Brasil. **Mesmo em pandemia, piscicultura brasileira cresce 5,93% em 2020**. Disponível em: <https://www.seafoodbrasil.com.br/mesmo-em-pandemia-piscicultura-brasileira-cresce-593-em-2020>.

SILVA, A.L.N. da; SIQUEIRA, A. T. **Piscicultura em tanques-rede: princípios básicos**. Recife: SUDENE:UFRPE- Imprensa Universitária, 1997, 72p.

SODERBERG, R. **Aquaculture technology: Flowing water and static water fish culture**. CRC Press. 2017.

SOUSA, R.G.C.; ROCHA, M.M.; Pontuschka, R.B.; Barreiros, H.T. **EFFECTS OF MECHANICAL AERATION ON TAMBAQUI FARMING (Colossoma macropomum) in excavated tanks**. Acta of Fisheries and Aquatic Resources, 2018. 113-119p.

STRAŠKRABRA, M.; TUNDISI, J. **Gerenciamento da qualidade da água de represas: Diretrizes para gerenciamento de lagos**. 2013.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. **Tilapicultura intensiva. Tópicos especiais em piscicultura**

CAPÍTULO II

Análise das Redes Sociais entre Piscicultores de Tilápia em Tanque-Rede no Estado de São Paulo

O CAPÍTULO II foi elaborado para ampliar-se o conhecimento sobre a produção de tilápias em tanques rede no Estado de São Paulo e suas interrelações, foi desenvolvido um estudo da rede social formada entre os produtores e associação, que segue apresentado neste capítulo.

Análise das redes sociais entre piscicultores de tilápia em tanques-rede no estado de São Paulo.

Analysis of social networks among tilapia fish farmers in net cages in the state of São Paulo.

Vinícius Mastelini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1009-4501>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: vinicius.mastelini@unesp.br

Timóteo Ramos Queiroz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9327-4462>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: timoteo.queiroz@unesp.br

Mario Mollo Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8341-4190>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: mario.mollo@unesp.br

RESUMO

A piscicultura vem crescendo em proporções exponenciais nos últimos anos, vista como uma possível garantia alimentar para o planeta, segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, agência ONU), ganha cada vez mais relevância no Brasil e no mundo. Dentre as espécies mais importantes da piscicultura encontra-se a Tilápia-do-Nilo, espécie nativa da África, mas que se adaptou perfeitamente ao clima tropical. Com o aumento dos produtores, esse artigo procura realizar análise das redes sociais entre produtores de Tilápia, verificando a existência de associações e/ou grupos de produtores que colaboram entre si, trocando informações e experiências, visando melhor qualidade do produto e maior lucratividade. A metodologia aplicada foi a coleta de dados através de questionários desenvolvidos e enviados para preenchimento online, onde cada pergunta destina-se à reunião de informações relevantes quanto a comunicação destes produtores. Os resultados apontam a existência de uma associação que tem foco em disseminar informações para os associados e uma rede de associados com baixa densidade apontando para pouca colaboração entre seus pares. A pesquisa permitiu concluir que é possível intervir junto aos produtores de maneira a alavancar a colaboração para fortalecer os ganhos financeiros e de produtividade dos atores

participantes dessa rede.

Palavras chave: Piscicultura; Segurança alimentar; Relacionamentos; Lucratividade.

ABSTRACT

Fish farming has been growing exponentially in recent years, seen as a possible guarantee of food for the planet, according to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (UN), it is gaining more relevance in the world. Among the most important fish farming species is the Nile Tilapia, a species native to Africa, but which has adapted perfectly to the tropical climate. With the increase in producers, this article seeks to carry out an analysis of social networks among Tilapia producers, verifying the existence of producer associations that collaborate with each other, exchanging experiences, seeking better product quality and greater profitability. The methodology applied was the collection of data through questionnaires prepared and sent to be filled out online, where each question is intended to gather relevant information regarding the communication of these producers. The results point to the existence of an association that focuses on disseminating information to members and low-density network of members, pointing to little collaboration among their peers. The research concluded that it is possible to intervene with the producers to take advantage of the collaboration to strengthen the financial and productivity gains of the actors that participate in this network.

Keywords: Fish farming; Food security; Relationships; Profitability.

1. Introdução

As redes sociais são um tipo de relação entre organizações (RIVERA; SODERSTROM; UZZI, 2010). Cury (2012), Godfrey e Melim (2008) dizem que uma organização e/ou empresa possui interdependência entre seus microssistemas (organização), e o seu macro sistema (ambiente de inserção).

A Análise de Redes Sociais (ARS) é uma ferramenta multidisciplinar sobre uma estrutura social. “A estrutura é apreendida concretamente como uma rede de relações e de limitações que pesa sobre as escolhas, as orientações, os comportamentos, as opiniões dos indivíduos” (MARTELETO, 2001).

A teoria das redes caracteriza-se no foco das relações entre os atores, segundo Borgatti, Brass e Halgin (2014). De acordo com Borgatti e Foster (2003) e Borgatti et al. (2009), uma grande quantidade de decisões se dá através de interações informais.

Grandori e Soda (1995) revelam que as organizações interagem informal e socialmente, trocando informações e recursos. É cada vez mais discutido a efetividade das redes sociais para com o desenvolvimento e a sobrevivência de organizações de todos os tipos.

Organização e ambiente devem interagir constantemente, visando suas sobrevivências (MORGAN, 1996; DAFT, 2008). Concluindo esse pensamento, Godfrey e Melin dizem que “as ações da organização podem ser melhor adaptadas e os objetivos alcançados com os conhecimentos, ferramentas e processos do microssistema”.

Uma associação é a parceria entre empresas, visando aumentar as oportunidades e permitir divisão de riscos e custos. A cooperação é uma maneira das mais competitivas para mercados disputados, fortalecendo o poder de compra, o compartilhamento de recursos, a combinação de competências e experiências, mais diversidade e qualidade (SEBRAE, 2019).

Com o estudo das ARS é possível analisar estruturas de grupos sociais e as relações entre seus autores, através de matrizes e/ou de imagens gráficas. O mapeamento e a investigação dessas estruturas buscam identificar indicadores para medir os efeitos dessas interações dentro de empresas e/ou organizações (FERREIRA, 2010).

Os grafos para análise de redes sociais são representações matemáticas, essenciais para resolver adversidades da sociedade e indústria, dando suporte ao planejamento estratégico dos negócios. Assim, a teoria dos grafos baseada em sistemas de rede, contribui por meio de algoritmos, para encontrar o menor caminho de um gráfico, diminuindo assim a complexidade de problemas. (SADAVARE; KULKARNI, 2012).

Sendo a espécie de peixe mais produzida no Brasil, a tilápia-do-Nilo possui características fisiológicas únicas e com carne de ótima qualidade, que a faz ser de extrema importância para todo o mundo (EMATER-DF, 2009; COLEÇÃO SENAR 208, 2018).

Visto o crescente aumento da piscicultura no Brasil e em todo o mundo, a análise das redes sociais referentes a esses produtores, por meio da construção de grafos de relacionamentos, pode facilitar a compreensão dos métodos de comunicação e relacionamento deste setor, bem como averiguar a existência ou não de associações e/ou cooperativas que auxiliam e dão suporte a essa área do agronegócio.

O objetivo dessa pesquisa foi o de analisar as redes sociais formadas entre piscicultores de tilápia do estado de São Paulo e mapear, através desta análise gráfica, os relacionamentos entre seus atores.

2. Materiais e Métodos

O estudo desenvolvido teve duas fases distintas. A fase de levantamento de dados, onde referências da literatura foram pesquisadas, o desenvolvimento de dois formulários para coleta de dados de uma associação de piscicultura do estado de São Paulo, e para a posterior fase de análise dos dados.

A técnica de pesquisa utilizada foi, segundo apresentado na pesquisa de Pereira et al. (2018), foi a de prospecção de documentos e artigos científicos, em que o observador necessita aprender a fazer registros descritivos, separar os detalhes relevantes dos triviais, fazer anotações organizadas e utilizar métodos rigorosos que validem suas observações (LUDKE & ANDRE, 2013).

2.1 Participantes

Foram coletadas informações de uma associação de piscicultores do estado de São Paulo e de seus associados. É importante ressaltar que, de um total dos 18 associados informados pela associação, apenas 11 responderam ao questionário.

2.2 Instrumentos

A realização desta pesquisa foi possibilitada pela utilização de questionários de perguntas online (formulários web – Google Forms). Para a análise dos dados, as respostas obtidas com o auxílio dos formulários foram transcritas e organizadas em planilhas eletrônicas MICROSOFT EXCEL, possibilitando uma melhor visualização para a análise.

A seguir foi construída a rede de relacionamentos, com base nas respostas obtidas da apresentação dos questionários, com a aplicação da ferramenta de construção de grafos denominada NETDRAW e todos os grafos, foram construídos segundo as recomendações dadas por MOLLO NETO (2014), (BORGATTI; EVERETT, M.; FREEMAN L., 2002), (SCOTT, 1996) e (NASCIMENTO, 2013).

Finalmente foi realizada a discussão dos resultados obtidos frente à revisão da literatura que foi apresentada.

3. Resultados

Os primeiros resultados que foram obtidos da pesquisa, foram oriundos dos formulários para a coleta de dados foram desenvolvidos e disponibilizados em ferramenta online gratuita Google Forms, o que possibilitou maior alcance aos associados ligados a associação de piscicultores em estudo.

A associação se encarregou de convocar os piscicultores para a sua participação no preenchimento dos formulários online.

Foram elaborados dois formulários, sendo que o primeiro foi direcionado à associação (Quadro 1).

As respostas aos formulários, dadas pela associação e pelos piscicultores associados foram utilizadas para o início da análise dos dados (QUADROS 3 e 4).

O QUADRO 3, foi montado mediante as respostas dadas pela associação com relação ao seu contato ou relacionamento com cada um dos 18 piscicultores associados.

Quadro 1: Questionário associação.

Questão	Variáveis de Resposta
1) A associação atende todo o estado de São Paulo?	0 – Não 1 – Sim
2) Quais são os associados que trabalham com a piscicultura de tilápias?	Nome do associado
3) A associação mantém relacionamento com seus associados?	0 – Sem relacionamento 1 – Baixo relacionamento 2 – Médio relacionamento 3 - Alto relacionamento
4) A associação atua no relacionamento associado x fornecedor?	0 – Não 1 – Sim
5) A associação atua no relacionamento associado x consumidor?	0 – Não 1 – Sim
6) A associação atua com treinamentos aos seus associados?	0 – Não 1 – Sim

Fonte: Autores.

Já o segundo formulário criado foi encaminhado pela associação aos seus associados (QUADRO 2), cada qual, contendo perguntas direcionadas ao relacionamento de sua rede social.

Quadro 2: Questionário associados.

Questão	Variáveis de Resposta
1) Possui relacionamento com a associação?	0 – Não 1 – Sim
2) Qual o nível de relacionamento com a associação?	0 – Sem relacionamento 1 – Baixo relacionamento 2 – Médio Relacionamento 3 – Alto relacionamento
3) Possui relacionamento com outros associados?	0 – Não 1 – Sim
4) Qual o nível de relacionamento com outros associados?	0 – Sem relacionamento 1 – Baixo relacionamento 2 – Médio Relacionamento 3 – Alto relacionamento
5) Possui relacionamento com produtores não associados?	0 – Não 1 – Sim
6) Qual o nível de relacionamento com produtores não associados?	0 – Sem relacionamento 1 – Baixo relacionamento 2 – Médio Relacionamento 3 – Alto relacionamento

Fonte: Autores.

Das respostas aos formulários, dadas pela associação e pelos piscicultores associados, foi possível construir os QUADROS 3 e 4 para a análise dos dados.

O QUADRO 3, foi montado mediante as respostas dadas pela associação com relação ao seu contato ou relacionamento com cada um dos 18 piscicultores associados.

Quadro 3: Dados organizados em planilha eletrônica (formulário associação).

Questão 1		Questão 2	Questão 3		Questão 4		Questão 5		Questão 6	
1	Sim	A	2	Médio	0	Não	0	Não	1	Sim
1	Sim	B	2	Médio	0	Não	0	Não	1	Sim
1	Sim	C	2	Médio	0	Não	0	Não	1	Sim
1	Sim	D	2	Médio	0	Não	0	Não	1	Sim
1	Sim	E	2	Médio	0	Não	0	Não	1	Sim
1	Sim	F	2	Médio	0	Não	0	Não	1	Sim
1	Sim	G	2	Médio	0	Não	0	Não	1	Sim

N	1	Sim	2	Médio	1	Sim	1	Baixo	1	Sim	1	Baixo
O	1	Sim	1	Baixo	1	Sim	1	Baixo	0	Não	0	Sem
P	1	Sim	2	Médio	0	Não	0	Sem	0	Não	0	Sem
Q	0	Não	0	Sem	0	Não	0	Sem	0	Não	0	Sem
R	1	Sim	2	Médio	0	Não	0	Sem	0	Não	0	Sem

Fonte: Autores.

4. Discussão

Do QUADRO 3 de respostas podemos realizar a seguinte análise e discussão:

Considerando as respostas para a questão 1) “A associação atende todo o estado de São Paulo?”, obteve-se como resposta que todos os participantes da rede concordam que a associação atende a todo o estado de São Paulo.

Já observando as respostas para a questão 2) “Quais são os associados que trabalham com a piscicultura de tilápias?”, observa-se que todos os associados, desde A até R trabalham com a piscicultura de tilápias.

Quanto às respostas dadas para a questão 3) “A associação mantém relacionamento com seus associados?”, as respostas permitiram inferir que a associação tem um relacionamento ainda deficiente com seus associados, atribuindo no questionário de avaliação, de maneira geral, um nível médio de relacionamento com seus associados, o que poderia vir a ser aprimorado.

Considerando as respostas para a questão 4) “A associação atua no relacionamento associado x fornecedor?”, aparece a deficiência da associação que não participa dos relacionamentos entre os associados e seus fornecedores, caso que poderia vir a ser uma oportunidade de redução de custos, caso a associação pudesse agir como interveniente por meio de negociações mais atrativas nos custos dos insumos para os seus associados.

Já nas respostas dadas para a questão 5) “A associação atua no relacionamento associado x consumidor?”, aparece e observa-se que a associação e os associados, poderiam estreitar seus laços de relacionamento de forma a alavancar as vendas e a confiança de seus consumidores mediante ações de marketing e eventualmente feiras e exposições, assim como promoções organizadas entre os associados.

Finalmente, considerando as respostas dadas para a questão 6) “A associação atua com treinamentos aos seus associados?”, observou-se que a associação já ofereceu treinamentos a todos os seus associados, o que já é uma ação muito positiva, que deve ser mantida de forma a alavancar a qualidade do produto final a ser oferecido aos seus clientes finais consumidores.

O QUADRO 4, por sua vez, foi apresentado a todos os piscicultores associados encontrados no cadastro da associação, que os convocou ao preenchimento. Não foi possível obter as respostas de todos os associados, e o número final de respostas obtidas chegou a 11, como já apresentado na metodologia.

Desta forma, foi possível calcular o percentual de respostas válidas recebidas para a análise:

As 11 respostas obtidas do universo de 18 associados, representou exatamente 61,11% das respostas possíveis.

Do QUADRO 4, podemos realizar a seguinte análise e discussão:

Considerando a pergunta 1) “Possui relacionamento com a associação?” formulada, observou-se que as respostas foram assim apresentadas: duas negativas e nove positivas, o que indica que, aproximadamente 18,2% dos respondentes (“A” e “Q”) não tem contato ou relacionamento com a associação, o que poderia ser aprimorado na rede com um trabalho de aproximação e fidelização do associado.

Já na questão 2) “Qual o nível de relacionamento com a associação?” Observou-se que este relacionamento ainda demanda aprimoramentos, pois, as respostas dadas refletem que três dos associados tem alto nível de relacionamento com a associação (27,3% dos respondentes “F”, “I” e “K”), quatro deles tem nível médio de relacionamento (36,3% dos respondentes “J”, “N”, “P” e “R”), dois deles tem nível baixo de relacionamento (18,2% dos respondentes “B” e “O”) e dois deles, já identificados na questão 1, não possuem nenhum relacionamento com a associação (18,2% dos respondentes “A” e “Q”).

Estas respostas poderão auxiliar a associação e seus associados a mudar seus comportamentos de forma a buscar melhoria de relacionamentos para aprimoramento dos seus negócios.

Quanto à questão 3) “Possui relacionamento com outros associados?”, para avaliação das interações entre os atores componentes da rede, foi possível observar que dos associados, pelo menos três atores são isolados, ou seja, não se comunicam com os demais piscicultores da rede, comportamento negativo que os isola de boas práticas comuns e no caso de necessidade de localizar novos fornecedores que possam trazer vantagens econômicas, estas oportunidades são perdidas.

Isto reflete que a rede tem um total de 27,3% de atores isolados e 72,7% de atores interligados em maior ou menor grau.

Elevar este percentual para o mais próximo de 100% seria uma boa meta para a associação de piscicultores do estado de São Paulo.

Observando as respostas dadas à pergunta de número 4) “Qual o nível de relacionamento com outros associados?”, observamos que neste quesito, apesar de ter-se identificado que 72,7% dos atores piscicultores da rede tem relacionamentos, a força destes relacionamentos se reflete da seguinte forma:

Quatro dos atores não possuem nenhum relacionamento com os demais (36,3%), outros 4 deles, tem baixo nível de relacionamento com os demais (36,3%), outros três dos atores piscicultores, consideram seu nível de relacionamento com os demais como sendo médio e nenhum deles se manifestou com relacionamento de nível alto.

Isto permite inferir que a rede tem em sua maioria um nível baixo de relacionamento entre seus componentes atores, o que é realmente negativo e precisa ser aprimorado.

A questão de número 5) “Possui relacionamento com produtores não associados?” Foi respondida positivamente por um total de seis dos associados (54,5%) e negativamente por cinco dos associados (45,5%).

Isto permite inferir que, a associação deveria aproveitar estes conhecimentos para poder buscar um maior número de piscicultores que não estão ainda associados e, assim, ampliar a sua rede.

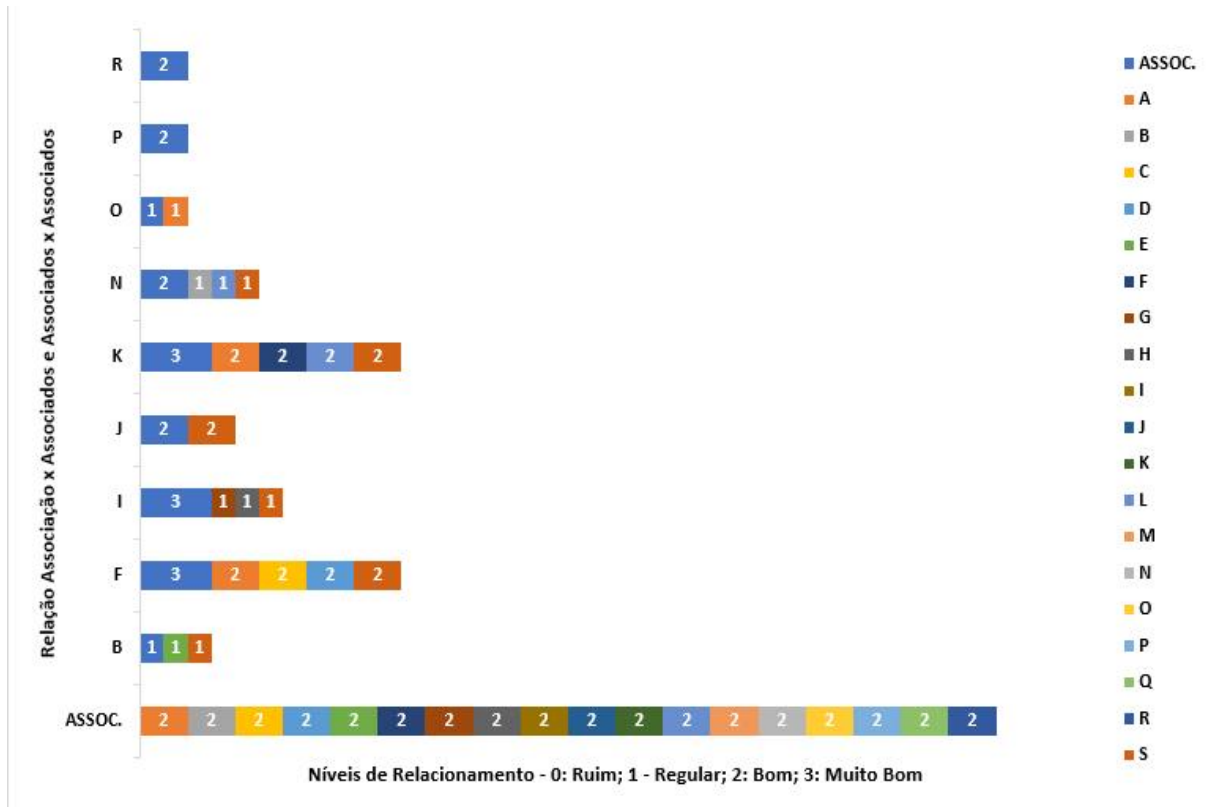
Em resposta à questão de número 6) “Qual o nível de relacionamento com produtores não associados?” Os piscicultores consultados responderam que cinco deles não tem nenhum nível de relacionamento com os demais não associados (45,4%).

Já três dos piscicultores alegaram ter nível baixo de relacionamento com os demais da rede não associados (27,3%), assim como outros três alegaram possuir nível médio de relacionamento com os demais não associados.

Isto mostra que os atores associados da rede praticam um relacionamento com os não associados que permeia um nível baixo de interação.

Este fato também deve ser considerado para o aprimoramento da rede. A partir dos dados obtidos das respostas dos QUADROS 3 e 4, foi possível criar o GRÁFICO 1.

Este mostra o grau de relacionamento entre a associação e os associados e entre os associados e associação e outros associados, com isso foi possível alimentar a ferramenta NETDRAW do pacote de software ferramenta UCINET (BORGATTI; EVERETT, M.; FREEMAN L., 2002).

Gráfico 1: Relação entre associação e associados.

Fonte: Autores.

O GRÁFICO 1 faz a junção das respostas obtidas pelos dois questionários (associação e associados), faz o resumo entre os relacionamentos entre todos os integrantes da cooperativa (incluindo a associação), bem como os níveis destes relacionamentos. O eixo vertical contempla todos os associados que fazem parte da cooperativa, exceto o produtor apelidado de “S”, que não faz parte da associação, porém, que foi citado por outros membros da associação como um relacionamento. O eixo horizontal demonstra o nível dos relacionamentos, sendo nível 0 como ruim (lançamentos com esse nível não aparecem no gráfico); nível 1 como regular; nível 2 como bom e nível 3 como muito bom.

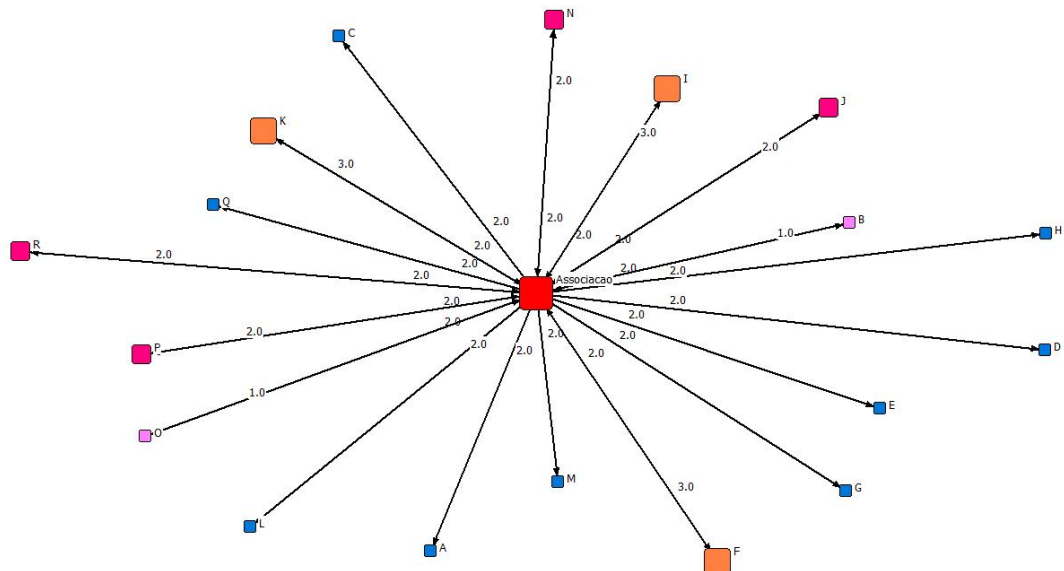
É possível visualizar que a associação informou possuir nível 2 (bom) de relacionamento com todos os seus associados (exceto o produtor apelidado de “S”, devido ao fato de não fazer parte da cooperativa). O mesmo não ocorre em relação aos associados e associação, é possível observar casos onde o nível de relacionamento informado entre os produtores e a associação são diferentes de 2 (bom), com alguns até classificando como 0 (ruim).

Outra informação relevante que é visualizada pelo gráfico é que o produtor “S”, mesmo não fazendo parte da cooperativa, acaba aparecendo algumas vezes, citado como um

relacionamento entre os associados.

Assim, construiu-se o GRÁFICO 2, que apresenta duas visões distintas dos graus de relacionamento entre a associação x associados e associados x associação.

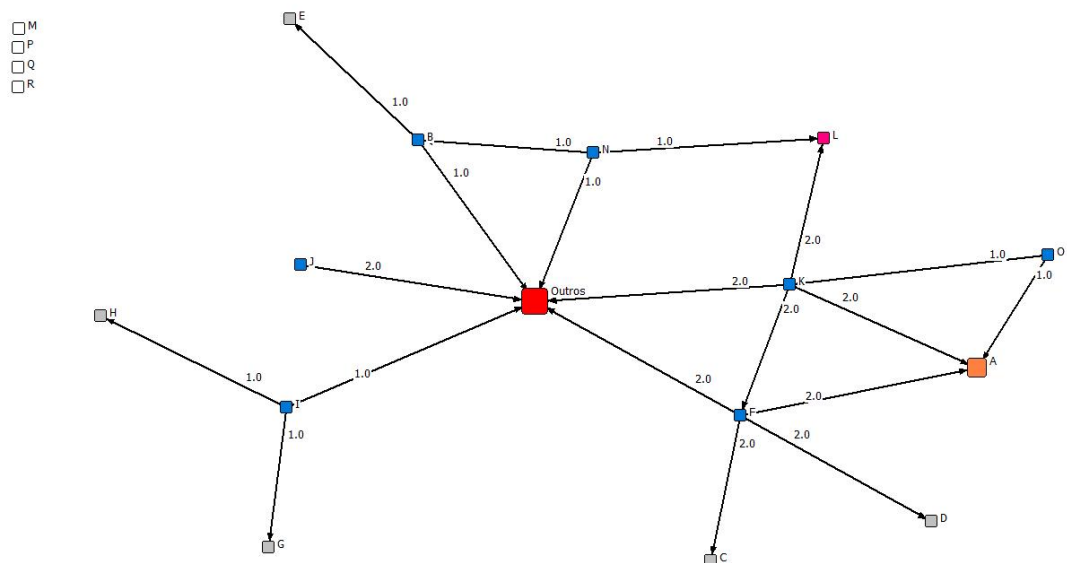
Gráfico 2: Graus de relacionamento associação x associados e associados x associação.



Fonte: Autores.

No GRÁFICO 3 se apresentam os graus de relacionamento entre os associados e/ou outros piscicultores.

Gráfico 3: Graus de relacionamento associados e/ou outros piscicultores.



Fonte: Autores.

Conforme os resultados obtidos na presente pesquisa, é possível concluir que a aplicação dos questionários e a modelagem das redes de relacionamentos e suas respectivas análises com auxílio da ferramenta NETDRAW possibilitou a identificação de que existe uma associação de piscicultores no estado de São Paulo, e levou a um maior entendimento da atual situação da rede com uma relevante visualização gráfica de sua composição e estado.

Conclui-se também que, os relacionamentos foram devidamente destacados e as potencialidades e fragilidades da rede foram explicitadas, atendendo, assim, aos objetivos inicialmente propostos.

Referências

- AYROZA, L. M. S. **Criação de Tilápia-do-Nilo, Oreochromis Niloticus, em Tanques-Rede, na Usina Hidrelétrica de Chaventes, Rio Paranapanema, SP/PR**. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista Centro de Aquicultura da UNESP Câmpus de Jaboticabal, 2009.
- Borgatti, S. P., Brass, D. J., & Halgin, D. S., (forthcoming). **Social network research: confusions, criticisms, and controversies**. In D.J. Brass, G. Labianca, A. Mehra, D.S. Halgin, & S.P. Borgatti (Eds.), Research in the Sociology of Organizations. Vol. 40. Emerald Publishing: Bradford, UK.
- BORGATTI, S. P. (Ed.). **Contemporary perspectives on organizational social networks**. Bingley, Reino Unido: Emerald Group Publishing Limited, 2014. p. 1-29.
- BORGATTI, S. P.; FOSTER, P. C. The network paradigm in organizational research: a review and typology. **Journal of Management**, v. 29, n. 6, p. 991-1013, Dec. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0149-2063\(03\)00087-4](https://doi.org/10.1016/S0149-2063(03)00087-4). Acesso em: 11 Mai. 2021.
- BORGATTI, S. P.; MEHRA, A.; BRASS, D. J.; LABIANCA, G. Network Analysis in the Social Sciences. **Science**, v. 323, n. 5916, p. 892-5, Fev. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1165821>. Acesso em: 10 Mai. 2021.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. J.; FREEMAN, L., C. **Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis**. 2002.
- COLEÇÃO SENAR 208. **Piscicultura: Criação de Tilápias em Tanques-Rede**. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Brasília – DF, 2018.
- CURY, A. **Organização e métodos: uma visão holística**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- DAFT, R. L. **Organizações: teoria e projetos**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- EMATER-DF. **Criação de Tilápias**. Governo do Distrito Federal. 2º ed. Brasília – DF, 2009.
- FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. **Custo e rentabilidade da produção de tilápia (Oreochromis sp.) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/05**. Informações Econômicas, São Paulo, v.36, n.3, p.63-69, 2006.
- GODFREY, M. M.; MELIN, C. N. Clinical microsystems, Part 3. Transformation of two hospitals using microsystem, mesosystem, and macrosystem strategies. **The Joint Commission Journal on Quality and Safety**, v. 34, n. 10, p. 591-603, Out. 2008. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1553-7250\(08\)34074-4](https://doi.org/10.1016/S1553-7250(08)34074-4). Acesso em: 10 Mai. 2021.
- GRANDORI, A.; SODA, G. Inter-firm networks: antecedents, mechanisms and forms. **Organization studies**, v. 16, n. 2, p. 183-214, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1177/017084069501600201>. Acesso em: 11 Mai. 2021.

LUDKE, M., & ANDRE, M. E. D. A. (2013). **Pesquisas em educação: uma abordagem qualitativa**. São Paulo: E.P.U. F.

MOLLO NETO, M. et al. Análise de redes para prospecção de indicadores da produção de biodiesel no BRASIL. **Energia na Agricultura**, v. 29, n. 4, p. 306–316, 19 dez. 2014.

MORGAN, G. **Imagens da organização**. São Paulo: Atlas, 1996.

NASCIMENTO, C. S. D. PANDORA - **Uma Ferramenta para Visualização Incremental e Análise de Redes Sociais Acadêmicas**. 2013. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação (mestrado) Programa de Pós-Graduação em Computação - Porto Alegre, 2013.

PEREIRA, A. S., SHITSUKA, D. M., PARREIRA, F. J. & SHITSUKA, R. (2018). **Metodologia da pesquisa científica**. Santa Maria, RS: UFSM, NTE.

RIVERA, M. T.; SODERSTROM, S. B.; UZZI, B. Dynamics of dyads in social networks: assortative, relational, and proximity mechanisms. **Annual Review of Sociology**, v. 36, p. 91-115, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.34.040507.134743>. Acesso em: 10 Mai. 2021.

SADAVARE, A. B.; KULKARNI, D. R. V. A Review of Application of Graph Theory for Network. **International Journal of Computer Science and Information Technologies**, v. 3, p. 5296–5300, 2012.

SCOTT, J. Software Review : A Toolkit for Social Network Analysis. **Acta Sociologica**, v. 39, n. 2, p. 211–216, abr. 1996.

CAPÍTULO III

Controle e manejo da qualidade da água para piscicultura de tilápias-do-Nilo em tanques-rede embasado em modelagem Fuzzy

Com os dados obtidos sobre as variáveis que contribuem para a qualidade da água dos criatórios, advindos da RSL do CAPÍTULO I, foi construído um algoritmo *Fuzzy* que representou todos os cenários possíveis de combinações entre as variáveis independentes, de forma a gerar uma variável dependente correlacionada à qualidade final da água e uma base de regras que reproduziu os cenários de comportamentos possíveis de todas as variáveis independentes e para cada um dos cenários foi gerada a inferência, sobre a variável dependente de saída, sobre a qualidade da água.

Controle e manejo da qualidade da água para piscicultura de tilápias-do-Nilo em tanques-rede embasado em modelagem Fuzzy.

Control and management of water quality for Nile tilapia fish in net tanks based on Fuzzy modeling.

Vinícius Mastelini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1009-4501>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: vinicius.mastelini@unesp.br

Mario Mollo Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8341-4190>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: mario.mollo@unesp.br

Resumo

Sendo classificada como uma das espécies de maior importância à piscicultura, a tilápia-do-Nilo vem passando por grande aumento de criação em todo o mundo. Como todo meio de criação, tratar da qualidade do ambiente em que este é cultivado, garante grande parte do sucesso do processo, sendo de igual importância nesse caso, a qualidade da água. Usufruindo de modelos matemáticos existentes, os seres humanos foram capazes de mensurar e projetar melhores práticas em praticamente todas as áreas, visando essa sua grande funcionalidade, esse artigo utilizou o modelo matemático da lógica Fuzzy juntamente com a inferência de Mamdani para analisar os cenários de qualidade de água e suas diversas variáveis de ambiente, capazes de afetar diretamente a piscicultura. O propósito foi utilizar um o software científico MatLab para realizar o cruzamento destas variáveis com os possíveis cenários de saída, facilitando a tomada de decisão do produtor.

Palavras Chave: Modelos Matemáticos; Tomada de Decisão; Mensurar; Projetar; MatLab.

Abstract

Being classified as one of the most important species for fish farming, the Nile tilapia has seen a huge increase in breeding worldwide. As in any culture medium, dealing with the quality of the medium in which it is grown guarantees a large part of the success of the process, being of equal importance in this case the quality of the water. Taking advantage of existing mathematical models, humans were able to measure and design best practices in virtually all areas, pointing to its great functionality, this article used the Fuzzy logic mathematical model together with Mamdani inference to analyze water quality scenarios and their consequences. various environments. variables, capable of directly affecting fish farming. The purpose was to use the MatLab scientific software to cross these variables with the possible output scenarios, facilitating the producer's decision making.

Keywords: Mathematical Models, Decision Making; Measure; Design; MatLab.

1. Introdução

Utilizados em vasta quantidade de campos da atividade humana, muitos dos problemas práticos existentes necessitam dos modelos matemáticos, e às vezes, em situações bem diferentes, porém, mantendo a mesma abordagem e filosofia (SODRÉ, 2007).

Um modelo matemático é capaz de ser apresentado através de uma representação de um sistema real, ele deve representar um sistema e a forma como ocorrem as modificações no mesmo (BASSANEZI, 1988; BERTALANFFY, 1973; SODRÉ, 2007).

Um modelo é uma simplificação do mundo real ou alguma forma de trabalhar com ele, porém, as características essenciais deste mundo real devem existir neste modelo, de tal forma que se comporte igual ou de maneira parecida (BASSANEZI, 1988; BERTALANFFY, 1973; SODRÉ, 2007).

O principal objetivo de um modelo é que ele permite entender o próprio modelo de uma forma mais simples (BASSANEZI, 1988; BERTALANFFY, 1973; SODRÉ, 2007).

A lógica Fuzzy trata-se de uma lógica baseada na teoria dos conjuntos Fuzzy (ZADEH, 1988). Ela difere-se dos demais sistemas lógicos tradicionais devido a suas características e detalhes próprios. Neste tipo de lógica, o raciocínio exato correspondente a um caso limite do raciocínio aproximado, interpretado como um processo de composição de relações nebulosas.

O valor verdade de uma proposição na lógica Fuzzy pode ser um subconjunto Fuzzy de qualquer conjunto parcialmente ordenado, diferente dos sistemas lógicos binários, em que o valor verdade assume apenas dois valores: verdadeiro (1) ou falso (0). Utilizando-se sistemas

lógicos multi-valores, o valor verdade pode ser um elemento de um conjunto finito, num intervalo, ou mesmo uma álgebra booleana. Na lógica nebulosa (onde se enquadra a Fuzzy), os valores verdade são expressos linguisticamente (verdade, muito verdade, não verdade, falso, muito falso), onde cada termo é interpretado como um subconjunto Fuzzy do intervalo (ZADEH, 1988).

Segundo LEE (1990), a modelagem e o controle Fuzzy são técnicas para manusear informações qualitativas de maneira rigorosa. Transformando a falta de exatidão e a incerteza suficientemente poderosas para manipular o conhecimento. Tratando do relacionamento entre entradas e saída, agregando vários parâmetros de processos e de controle.

O módulo de Fuzzificação é o estágio no qual as entradas do sistema são modeladas por conjuntos Fuzzy com seus respectivos domínios. É neste ponto onde se justifica a necessidade inerente de especialistas do fenômeno a ser modelado (SOUZA, 2010).

Nesta etapa do módulo de inferência Fuzzy, cada proposição Fuzzy é traduzida “matematicamente” através das técnicas da lógica Fuzzy, fornecendo a saída (controle) Fuzzy a ser adotada pelo controlador, a partir de cada entrada Fuzzy (SOUZA, 2010).

O método de inferência de Mamdani propõe uma relação binária M entre x e u para modelar matematicamente a base de regras. Tendo como base a regra de composição de inferência max-min (SOUZA, 2010).

Pertencente à família dos ciclídeos, a tilápia-do-Nilo, *O. Niloticus*, é originária da bacia do rio Nilo, Leste da África e, amplamente disseminada nas regiões tropicais e subtropicais, como em Israel, Sudeste Asiático e Continente Americano (CARVALHO, 2006)

Considerada um dos peixes com o maior potencial para a aquicultura, a tilápia possui diversas características essenciais: é precoce, de rápido crescimento, tem um grande e variado cardápio alimentar, possui a capacidade fisiológica de se adaptar em ambientes e sistemas de produção diversos, é resistente a doenças, de carne saborosa e com baixo teor de gordura e de calorias e com alto rendimento de filé, tornando-a extremamente apropriada para industrialização e elevado valor comercial (CASTAGNOLLI, 1992; SCHIMITTOU, 1995; ONO e KUBITZA, 2003; ZIMMERMANN e FITZSIMMONS, 2004; CYRINO e CONTE, 2006).

Criar peixe, antes de tudo é “criar água”, tão grande é a interação desse fator. Para se adquirir sucesso na criação de peixes através de qualquer sistema, é fundamental atender fatores físicos e químicos da água, cujos principais são: temperatura; oxigênio dissolvido; potencial hidrogeniônico – pH; transparência; amônia e nitrito (CODEVASF, 2019).

Embasado no contexto acima descrito, esse artigo busca desenvolver um algoritmo

embarcado na modelagem matemática Fuzzy e no sistema de inferência de Mamdani para manejo e controle da qualidade da água em piscicultura de Tilápias-do-Nilo, podendo posteriormente, ter sua lógica e resultados repassadas para um aplicativo móvel especialista que será disponibilizado a estes criadores, visando a entrega de informações científicas que podem colaborar com as melhores práticas de cultivo, melhorando assim também, a produção e a rentabilidade dos mesmos.

2. Materiais e Métodos

A primeira etapa foi a definição das variáveis de entrada, com base nos limites determinados pela RSL (Capítulo I do projeto), limites estes que foram adaptados, codificados e tratados, possibilitando melhor adaptação e assertividade na lógica do algoritmo para inclusão na ferramenta.

Das muitas variáveis que influenciam na qualidade da água identificadas, foram selecionadas cinco das que se mostram mais relevantes, segundo os autores (CODEVASF, 2019; COLEÇÃO SENAR 208, 2018; EMATUR-DF, 2009), estas, bem como seus limites e seus códigos adaptados, são apresentados no tópico de resultados. A segunda etapa foi a verificação de todas as possibilidades de cenários existentes entre todas as variáveis ambiente e seus status. Multiplicando as cinco variáveis com o total de status que cada uma poderia assumir dentro dos cenários, chegamos a um total de 432 situações possíveis ($4 \times 3 \times 4 \times 3 \times 3$). Esses cenários foram identificados com o auxílio da ferramenta Microsoft Office Excel.

Para uma maior precisão e assertividade dessa etapa, foi desenvolvido um algoritmo na linguagem de programação C++ capaz de relacionar os status de cada variável, preocupando-se em nunca repetir um mesmo código e/ou variável dentro de um mesmo cenário. O algoritmo desenvolvido para essa função encontra-se disponível no tópico resultados.

O relatório resultante desse algoritmo, bem como da planilha eletrônica da ferramenta Microsoft Office Excel, possibilitou a identificação dos 432 cenários possíveis entre o relacionamento das variáveis e seus status, e pode ser visualizado no tópico apêndice.

A terceira etapa foi confrontar os cenários possíveis (definidas com o algoritmo de combinação de cenários) com as variáveis de saída, que foram criadas de acordo com a qualidade da água e aos termos linguísticos utilizados para a classificação final do algoritmo gerado: “péssima, ruim, boa e ótima”.

Utilizando a ferramenta Microsoft Office Excel na tabela com os cenários resultantes do algoritmo, foi adicionado um novo campo, chamado de variável de saída: termo linguístico, que por sua vez, sofreu a inserção de várias estruturas condicionais (IF/ELSE ou SE/SENÃO).

A ferramenta Microsoft Office Excel tem um grande poder de programação/desenvolvimento, sendo muito utilizada também para este fim.

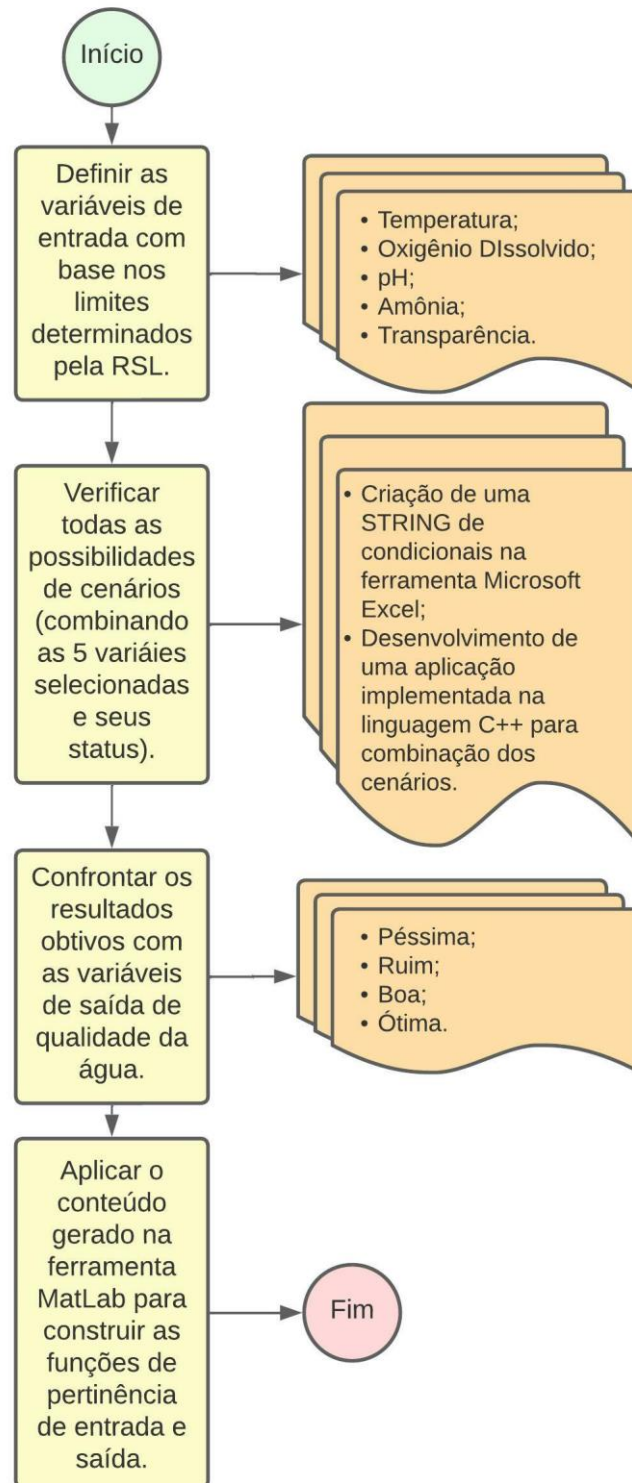
O intuito dessa STRING foi a de realizar a combinação dos status dos cenários previamente criados na etapa anterior com o termo linguístico para variáveis de saída de qualidade de água, como: péssima, ruim, boa e ótima. Por exemplo: caso o cenário “X” possua qualquer uma das variáveis ambientes de entrada com status “LETAL”, automaticamente sua variável de saída receberia o termo linguístico “PÉSSIMO”.; caso o cenário “Y” possua uma variável ambiente de entrada crítica, com status “ALERTA”, automaticamente sua variável de saída receberia o termo linguístico “RUIM”; caso o cenário “Z” possua uma variável ambiente de entrada não crítica, com status “ALERTA”, automaticamente sua variável de saída receberia o termo linguístico “BOA”; caso o cenário “W” possua todas as suas variáveis ambiente de entrada com status “IDEAL”, automaticamente sua variável de saída receberia o termo linguístico “ÓTIMA”. A STRING completa utilizada nessa aplicação encontra-se disponível no tópico resultados.

Com o intuito de validar os resultados obtidos com a aplicação das estruturas condicionais na ferramenta Microsoft Office Excel, foi criado um novo algoritmo, implementado na linguagem de programação C++ (disponível para visualização no tópico resultados), utilizando também a lógica de programação e a aplicação de estruturas de condicionais. A lógica das condicionais permaneceu as mesmas aplicadas na ferramenta Excel, porém, foram apenas adaptadas para a linguagem de programação.

Conforme esperado, o algoritmo desenvolvido trouxe exatamente como saída os mesmos cenários de qualidade da água resultante da lógica aplicada na ferramenta Microsoft Office Excel.

Por fim, foi aplicado todo o conteúdo gerado anteriormente na ferramenta MatLab para construir as funções de pertinência de entrada e a construção da função de pertinência de saída da qualidade da água e seus patamares de classificação definidos.

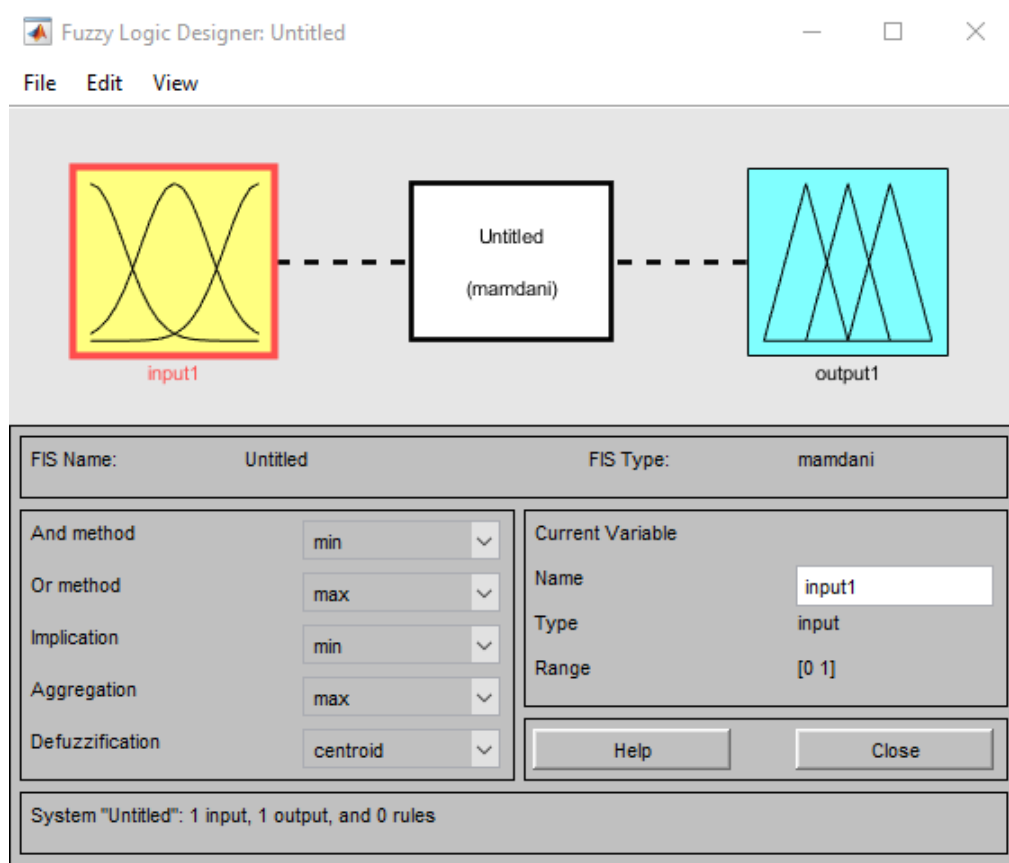
É possível visualizar os métodos acima descritos pelo diagrama de fluxo disponível no DIAGRAMA 1.

Diagrama 1: Fluxo dos métodos.

Fonte: Autores.

Na ferramenta MatLab, foi aberto novo projeto Fuzzy, conforme FIGURA 1.

Figura 1: Criando novo projeto Fuzzy na ferramenta MatLab.



Fonte: Autores.

Por padrão, a ferramenta cria o projeto com apenas uma variável de entrada e uma de saída (com quatro situações possíveis), que posteriormente, foi acrescido com mais quatro variáveis de entrada, totalizando cinco.

Posterior a criação das variáveis de entrada na ferramenta MatLab, foi a vez da criação e configuração da variável de saída (com quatro situações diferentes).

Com as definições de pertinência de entrada e saída configuradas, foi realizado então a criação das regras no MatLab, da lógica Fuzzy bem como da inferência de Mamdani.

As regras aplicadas na ferramenta também seguem as mesmas aplicadas na etapa anterior (ferramenta Microsoft Excel e algoritmo C++).

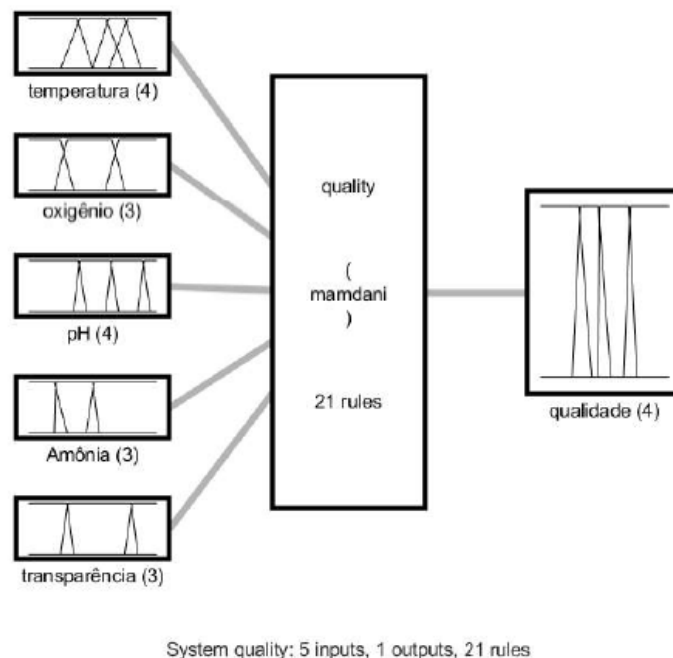
A seguir, com os resultados obtidos do disparo das regras para todos os cenários obtidos das variáveis de entrada, foi possível realizar a defuzzificação obtendo os valores numéricos para as saídas de cada um dos cenários e construir as respectivas superfícies geradas pelas interações entre as variáveis de entrada e a de saída.

3. Resultados e Discussão

Conforme descrito no tópico anterior (materiais e métodos), na primeira etapa, a definição das variáveis de pertinência, seus valores limites e resultados esperados foram adaptados dos autores (CODEVASF, 2019; COLEÇÃO SENAR 208, 2018; EMATUR-DF, 2009) e organizados em tabelas, foram definidos também, código para esses resultados esperados, possibilitando a manutenção dos mesmos por algoritmos dentro do sistema.

Finalizadas as etapas, o esquema da modelagem matemática Fuzzy com inferência de Mamdani foi concluída, gerando o esquema do projeto, visível na FIGURA 2.

Figura 2: Esquema modelagem Fuzzy com inferência de Mamdani.



Fonte: Autores.

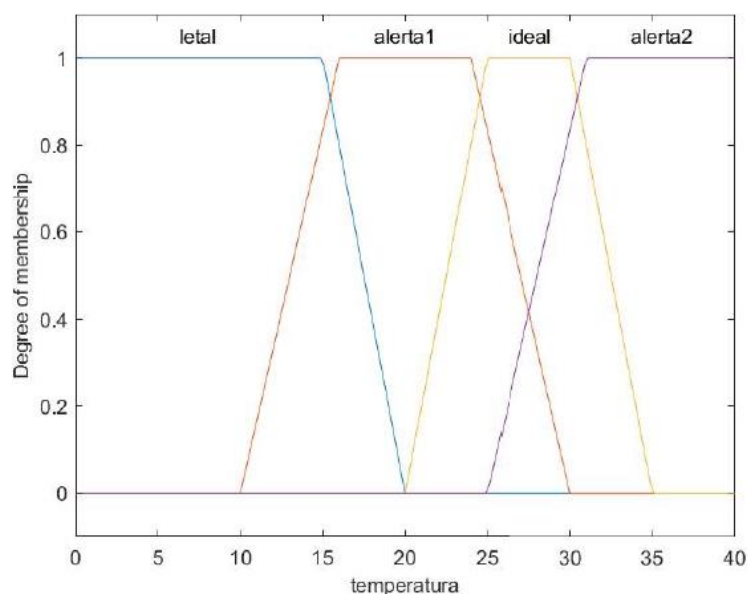
Para tratar a variável temperatura foram criados quatro termos linguísticos ou “status” diferentes: letal, alerta 1, ideal e alerta 2, cada qual com seu respectivo código e valor limite, conforme QUADRO 1.

Quadro 1: Variável temperatura e seus limites.

Código	Descrição	Valor Limite
101	Letal	≤ 15
102	Alerta 1	$\geq 16 \ \&\& \ < 25$
103	Ideal	$\geq 25 \ \&\& \ < 31$
104	Alerta 2	≥ 31

Fonte: Adaptado pelo Autor de CODEVASF (2019); COLEÇÃO SENAR 208 (2018) e EMATUR-DF (2009).

Estes resultados do QUADRO 1, permitiram construir as funções de pertinência de entrada para a variável temperatura, que é apresentada na FIGURA 3:

Figura 3: Variável de entrada temperatura MatLab.

Fonte: Autores.

Quanto a variável oxigênio dissolvido, foram criados três termos linguísticos ou “*status*” diferentes: letal, ideal e alerta, cada qual com seu respectivo código e valor limite, conforme QUADRO 2.

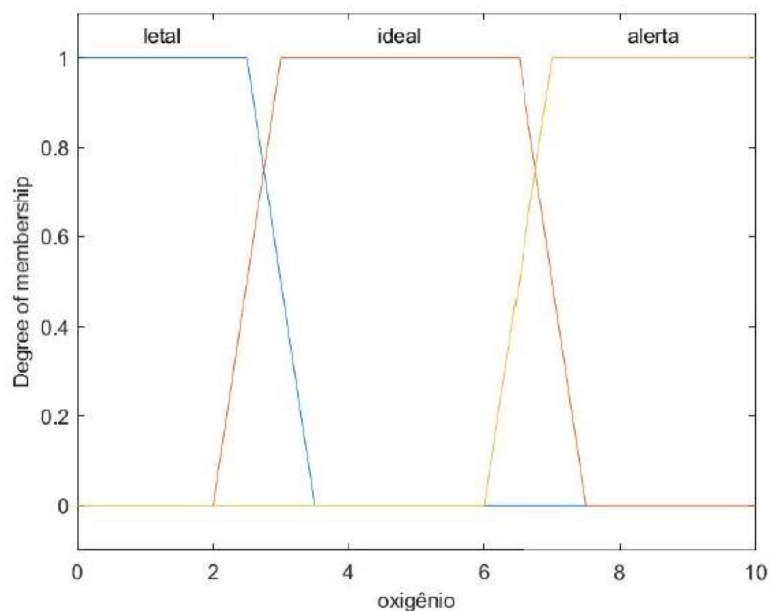
Quadro 2: Variável oxigênio dissolvido e seus limites.

Código	Descrição	Valor Limite
201	Letal	< 3
202	Ideal	$\geq 3 \ \&\& \ < 7$
203	Alerta	≥ 7

Fonte: Adaptado pelo Autor de CODEVASF (2019); COLEÇÃO SENAR 208 (2018) e EMATUR-DF (2009).

Estes resultados do QUADRO 2, permitiram construir as funções de pertinência de entrada para a variável oxigênio dissolvido, que é apresentada na FIGURA 4:

Figura 4: Variável de entrada oxigênio dissolvido MatLab.



Fonte: Autores.

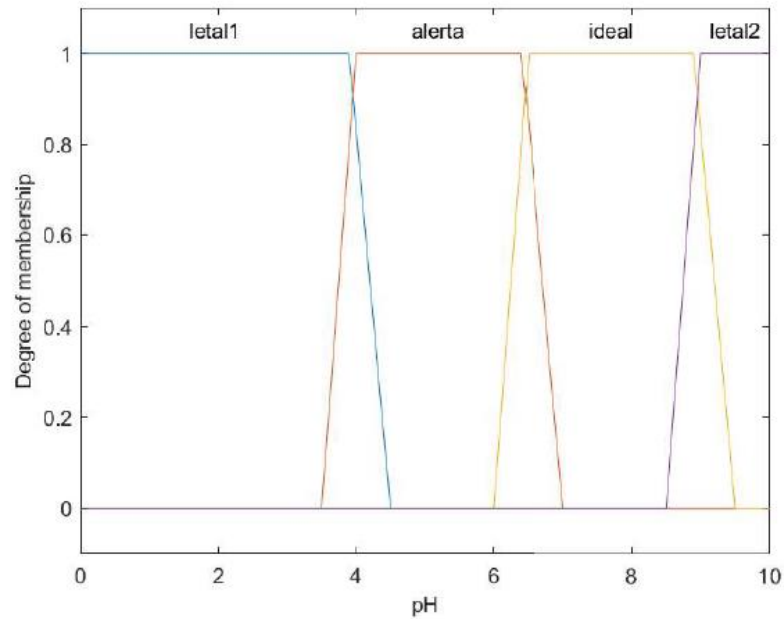
A variável pH teve a criação de quatro termos linguísticos ou “*status*” diferentes: leta 1, alerta 1, ideal e letal 2, cada qual com seu respectivo código e valor limite, conforme QUADRO 3.

Quadro 3: Variável pH e seus limites.

Código	Descrição	Valor Limite
301	Letal 1	< 4
302	Alerta 1	>= 4 && < 6.5
303	Ideal	>= 6.5 && < 9
304	Letal 2	>= 9

Fonte: Adaptado pelo Autor de CODEVASF (2019); COLEÇÃO SENAR 208 (2018) e EMATUR-DF (2009).

Estes resultados do QUADRO 3, permitiram construir as funções de pertinência de entrada para a variável pH, que é apresentada na FIGURA 5:

Figura 5: Variável de entrada pH MatLab.

Fonte: Autores.

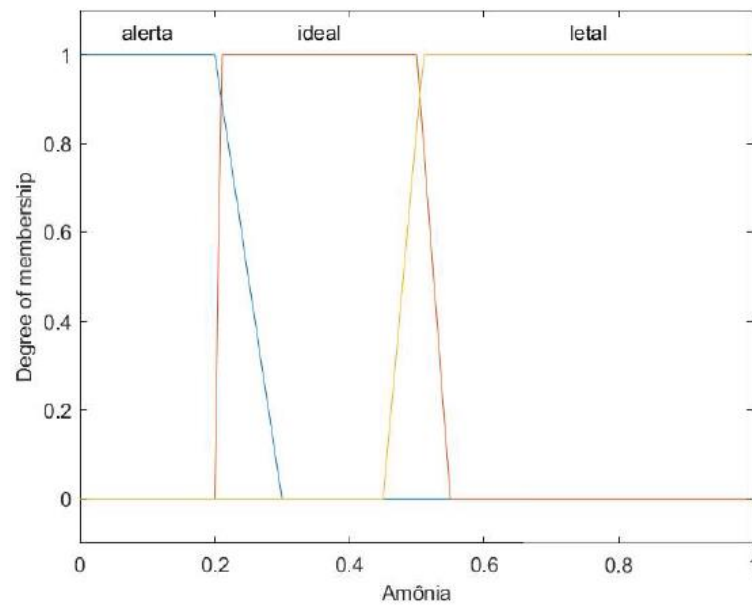
Os status criados para a variável amônia foram três termos linguísticos ou “*status*”: alerta, ideal e letal, cada qual com seu respectivo código e valor limite, conforme QUADRO 4.

Quadro 4: Variável amônia e seus limites.

Código	Descrição	Valor Limite
401	Alerta	≤ 0.2
402	Ideal	$> 0.2 \ \&\& \leq 0.5$
403	Letal	> 0.5

Fonte: Adaptado pelo Autor de CODEVASF (2019); COLEÇÃO SENAR 208 (2018) e EMATUR-DF (2009).

Estes resultados do QUADRO 4, permitiram construir as funções de pertinência de entrada para a variável amônia, que é apresentada na FIGURA 6.

Figura 6: Variável de entrada amônia MatLab.

Fonte: Autores.

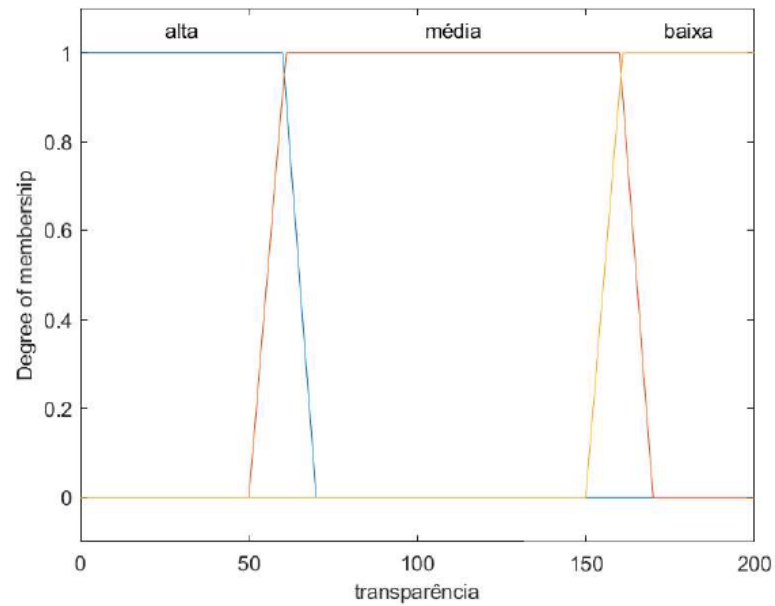
Para tratar a variável transparência foram criados três termos linguísticos ou “*status*” diferentes: alta, média e baixa, cada qual com seus respectivos códigos e valores limites, conforme QUADRO 5.

Quadro 5: Variável transparência e seus limites.

Código	Descrição	Valor Limite
501	Alta	$\geq 0 \ \&\& \ < 61$
502	Média	$\geq 61 \ \&\& \ < 161$
503	Baixa	> 161

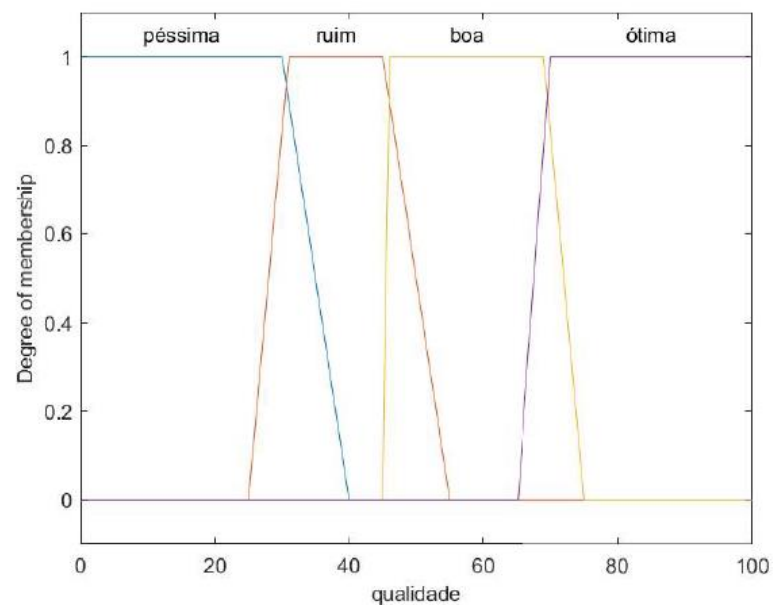
Fonte: Adaptado pelo Autor de CODEVASF (2019); COLEÇÃO SENAR 208 (2018) e EMATUR-DF (2009).

Estes resultados do QUADRO 5, permitiram construir as funções de pertinência de entrada para a variável transparência, que é apresentada na FIGURA 7.

Figura 7: Variável de entrada transparência MatLab.

Fonte: Autores.

A seguir foi feita a modelagem da função de pertinência de saída (FIGURA 8), que reflete as indicações dos especialistas, com respostas para cada um dos cenários projetados, encontrados na literatura (CODEVASF (2019); COLEÇÃO SENAR 208 (2018) e EMATUR-DF (2009)).

Figura 8: Variável de saída MatLab.

Fonte: Adaptado pelos autores de CODEVASF (2019); COLEÇÃO SENAR 208 (2018) e EMATUR-DF (2009).

Na etapa de identificação dos possíveis cenários oriundos da relação entre variáveis e status, foi utilizado algoritmo desenvolvido em linguagem de programação C++, visualizado no Algoritmo 1 abaixo.

Algoritmo 1: Criação de cenários de qualidade de água.

```

1.  int main()
2.  {
3.      int num1, num2, num3, num4, num5;
4.
5.      for (int a = 101; a <= 104; a++)
6.      {
7.          num1 = a;
8.
9.          for (int b = 201; b <= 203; b++)
10.         {
11.             num2 = b;
12.
13.             for (int c = 301; c <= 304; c++)
14.             {
15.                 num3 = c;
16.
17.                 for (int d = 401; d <= 403; d++)
18.                 {
19.                     num4 = d;
20.
21.                     for (int e = 501; e <= 503; e++)
22.                     {
23.                         num5 = e;
24.
25.                         cout <<num1 <<" " <<num2 <<" " <<num3 <<" " <<num4 <<" "
<<num5 << "\n";
26.                     }
27.                 }
28.             }

```

29. }
30. }
31. }

Fonte: Autores.

O relatório resultando da execução deste algoritmo pode ser visualizado no APÊNDICE III, que exibe a combinação dos 432 cenários possíveis dentre as variáveis ambiente e seus *status*.

A próxima etapa foi a definição das variáveis de saída com seus respectivos termos linguísticos de qualidade da água: péssima, ruim, boa e ótima, que foram inicialmente, organizadas na ferramenta Microsoft Office Excel, com a inserção de uma *STRING* de lógica condicional, capaz de verificar o status de cada variável de cada cenário e correlaciona-la com seu devido termo linguístico. A *STRING* pode ser visualizada abaixo (String 1).

STRING 1: Manutenção das variáveis de saída e seus termos linguísticos.

=SE(OU(B4=101;C4=201;D4=301;D4=304;E4=403);"Péssima";SE(OU(B4=102;B4=104;E(OU(C4=203)));"Ruim";SE(E(B4=103;C4=202;E(OU(D4=302;D4=304;E(OU(E4=401;E(OU(F4=502;F4=503)))))));"Boa";SE(E(B4=103;C4=202;D4=303;E4=402;F4=501;F4=501);"Ótimo"))))

Fonte: Autores.

Onde:

- SE (temperatura, oxigênio, amônia, ou pH igual a letal 1 ou letal2) = "Qualidade Péssima"
- SE (temperatura igual a alerta 1 ou alerta 2 e oxigênio igual a alerta) = "Qualidade Ruim"
- SE (temperatura e oxigênio igual a ideal e pH e amônia diferente de letal e transparência igual a alta ou média ou baixa) = "Qualidade Boa"
- SE (temperatura e oxigênio e pH e amônia igual a ideal e transparência igual a alta) = "Qualidade Ótima"

Posterior a aplicação da *STRING* lógica condicional realizada na ferramenta Microsoft Office Excel, a mesma lógica condicional foi aplicada em um novo algoritmo desenvolvido em linguagem C++, com o propósito de validar as variáveis de saída e seus termos linguísticos, este algoritmo pode ser visualizado abaixo, em Algoritmo 2.

Algoritmo 2: Manutenção das variáveis de saída e seus termos linguísticos.

```

1.  int main()
2.  {
3.      int contador=0, contador1, contador2, contador3, contador4, contador5,
        pessima=0, ruim=0, boa=0, otima=0, outras=0;
4.      int codTemp, codOxi, codPh, codAmon, codTransp, qualidadeAgua;
5.
6.      for (contador1 = 101; contador1 < 105; contador1++)
7.      {
8.          for (contador2 = 201; contador2 < 204; contador2++)
9.          {
10.             for (contador3 = 301; contador3 < 305; contador3++)
11.             {
12.                 for (contador4 = 401; contador4 < 404; contador4++)
13.                 {
14.                     for (contador5 = 501; contador5 < 504;
        contador5++)
15.                     {
16.                         codTemp = contador1;
17.                         codOxi = contador2;
18.                         codPh = contador3;
19.                         codAmon = contador4;
20.                         codTransp = contador5;
21.                         contador++;
22.                         qualidadeAgua = -1;
23.
24.                         //caso péssimo
25.                         if ((codTemp == 101) || (codOxi == 201)
        || (codPh == 301) || (codPh == 304) || (codAmon == 403))

```

```
26.          {
27.              qualidadeAgua = 0;
28.          }
29.
30.          //caso ruim
31.          else if ((codTemp == 102 || codTemp ==
104) && (codOxi == 202 || codOxi == 203) && (codPh == 302 || codPh == 303) &&
(codAmon != 403) && (codTransp == 501 || codTransp == 502 || codTransp == 503))
32.          {
33.              qualidadeAgua = 1;
34.          }
35.
36.          //caso bom
37.          else if ((codTemp == 103 && codOxi ==
202) && (codPh == 302 || codPh == 303) && (codAmon != 403) && (codTransp ==
501 || codTransp == 502 || codTransp == 503))
38.          {
39.              qualidadeAgua = 2;
40.          }
41.
42.          //caso ruim (2º opção)
43.          else if ((codTemp == 103 && codOxi ==
203))
44.          {
45.              qualidadeAgua = 1;
46.          }
47.
48.          //caso ótimo
49.          if ((codTemp == 103) && (codOxi ==
202) && (codPh == 303) && (codAmon == 402) && (codTransp == 501))
50.          {
51.              qualidadeAgua = 3;
52.          }
53.
```

```

54.                                     cout << "\n" << codTemp << " - " <<
codOxi << " - " << codPh << " - " << codAmon << " - " << codTransp << " = ";
55.
56.                                     switch (qualidadeAgua)
57.                                     {
58.                                         case 0:
59.                                             pessima++;
60.                                             cout << "Pessima!";
61.                                             break;
62.                                         case 1:
63.                                             ruim++;
64.                                             cout << "Ruim!";
65.                                             break;
66.                                         case 2:
67.                                             boa++;
68.                                             cout << "Boa!";
69.                                             break;
70.                                         case 3:
71.                                             otima++;
72.                                             cout << "Otima!";
73.                                             break;
74.                                         case -1:
75.                                             outras++;
76.                                             cout << "----- Outra!
-----";
77.                                             break;
78.                                     }
79.                                 }
80.                            }
81.                    }
82.            }
83.    }
84.
85.    cout << "\n\nQuantidade de comparacoes realizadas: " << contador;

```

```

86.      cout << "\nQuantidade Pessima: " << pessima;
87.      cout << "\nQuantidade Ruim: " << ruim;
88.      cout << "\nQuantidade Boa: " << boa;
89.      cout << "\nQuantidade Otima: " << otima;
90.      cout << "\nQuantidade Outra: " << outras << "\n\n";
91.
92.      system("pause");
93. }

```

Fonte: Autores.

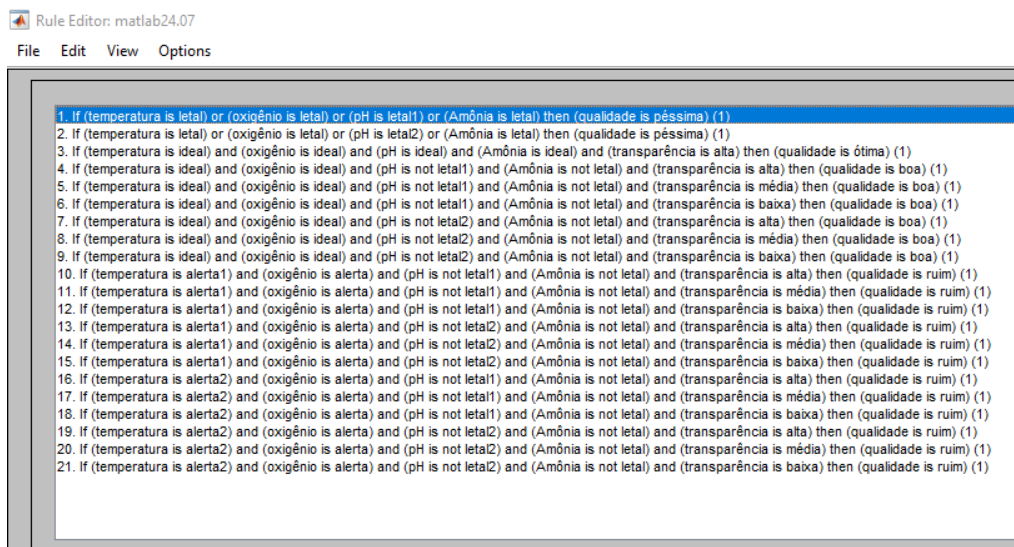
Com a aplicação da estrutura condicional sobre os resultados dos cenários de qualidade da água, ambas as *STRINGS* aplicadas (Excel e algoritmo), trouxeram os mesmos valores de saída, definidos abaixo:

- 360 cenários com o status de qualidade péssima;
- 60 cenários com o status de qualidade ruim;
- 11 cenários com status de qualidade bom;
- 1 cenário com status de qualidade ótimo.

A tabela gerada nesse procedimento pode ser visualizada no APÊNDICE IV.

Por fim, após a inserção dos procedimentos anteriores na ferramenta MatLab e a definição das regras, disponíveis na FIGURA 9 abaixo, foi possível executar análise.

Figura 9: Regras MatLab.

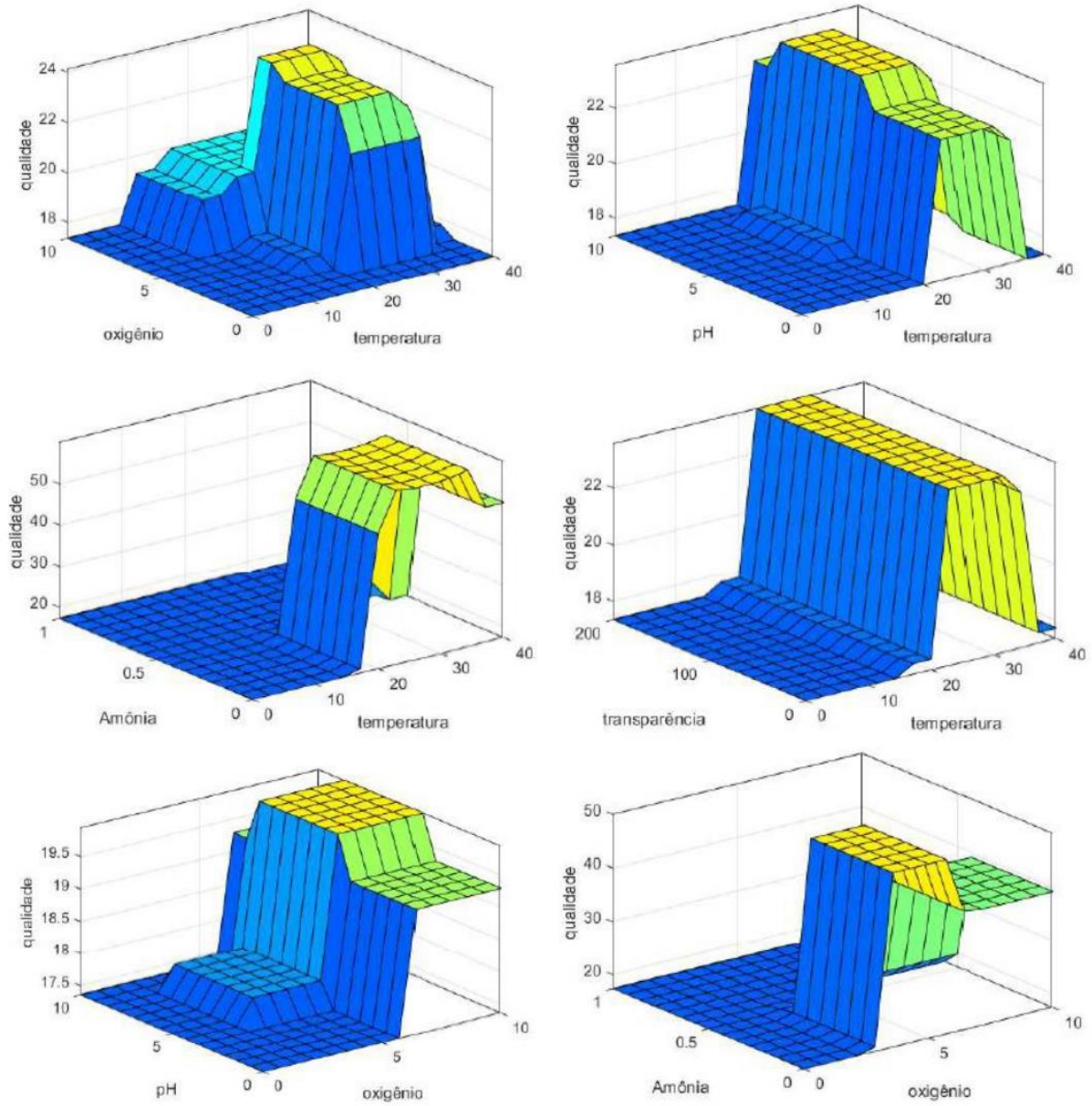


Fonte: Autores.

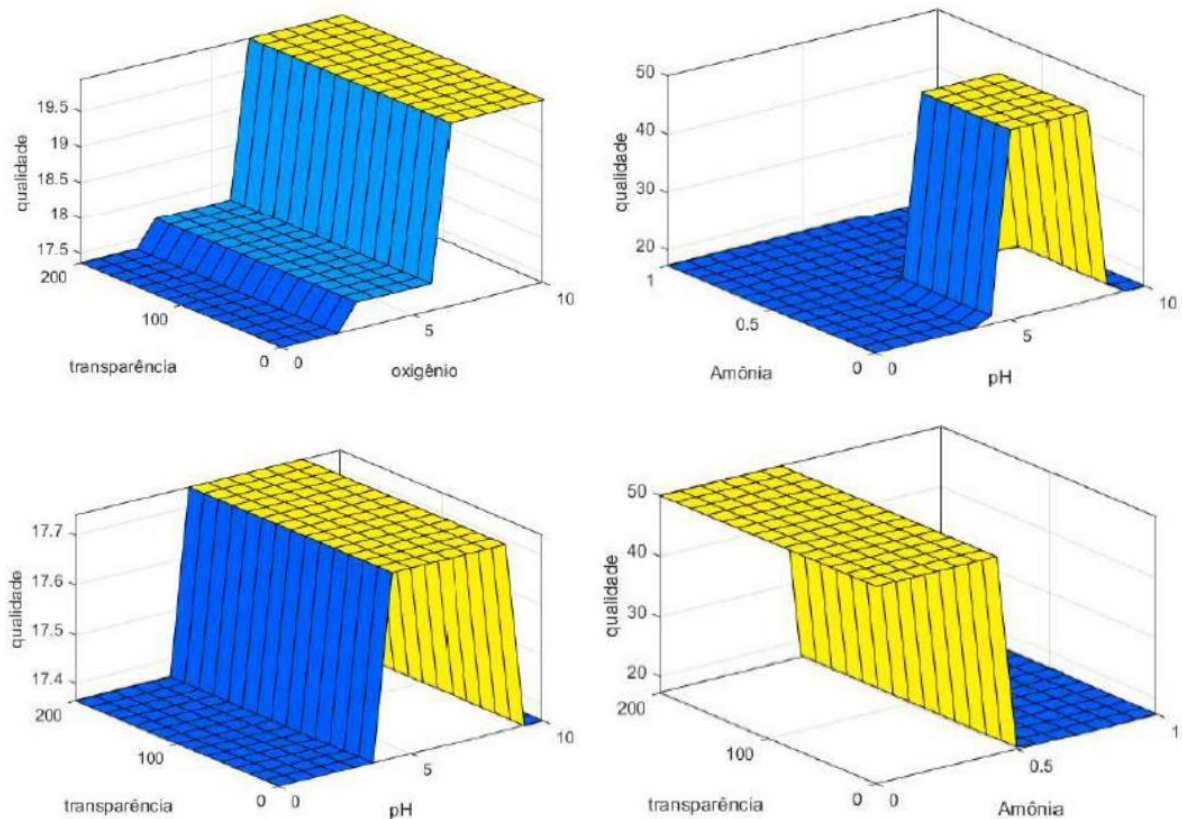
- *Se temperatura letal, ou oxigênio letal, ou pH letal 1, ou amônia letal*
 - Qualidade péssima;
- *Se temperatura letal, ou oxigênio letal, ou pH letal 2, ou amônia letal*
 - Qualidade péssima;
- *Se temperatura ideal, e oxigênio ideal, e pH ideal, e amônia ideal e transparência alta*
 - Qualidade ótima;
- *Se temperatura ideal, e oxigênio ideal, e pH não letal 1, e amônia não letal, e transparência alta, ou média, ou baixa*
 - Qualidade boa;
- *Se temperatura ideal, e oxigênio ideal, e pH não letal 2, e amônia não letal, e transparência alta, ou média, ou baixa*
 - Qualidade boa;
- *Se temperatura alerta 1, e oxigênio alerta, e pH não letal 1, e amônia não letal, e transparência alta, ou média, ou baixa*
 - Qualidade ruim;
- *Se temperatura alerta 1, e oxigênio alerta, e pH não letal 2, e amônia não letal, e transparência alta, ou média, ou baixa*
 - Qualidade ruim;
- *Se temperatura alerta 2, e oxigênio alerta, e pH não letal 1, e amônia não letal, e transparência alta, ou média, ou baixa*
 - Qualidade ruim;
- *Se temperatura alerta 2, e oxigênio alerta, e pH não letal 2, e amônia não letal, e transparência alta, ou média, ou baixa*
 - Qualidade ruim;

Com o esquema montado e finalizado, foi possível visualizar a superfície 3D das variáveis de entrada e suas correlações, conforme FIGURAS 10 e 11.

Figura 10: Superfícies 3D – parte 01.



Fonte: Autores.

Figura 11: Superfície 3D – parte 02.

Fonte: Autores.

Observa-se nos gráficos das superfícies de resposta do algoritmo gerado, FIGURAS 10 e 11, que, sempre que aparece qualquer confrontação com amônia, o eixo da qualidade sobe para 50 pontos, como por exemplo as confrontações das variáveis temperatura x amônia, oxigênio x amônia, pH x amônia e amônia x transparência, indicando que é muito relevante que se faça o controle rígido desta variável, pois, pode ser mortal em elevadas concentrações.

Já no caso das confrontações entre as variáveis temperatura x oxigênio, temperatura x PH e temperatura x transparência, podemos ver que a qualidade excursiona nas superfícies até o patamar de 22 a 24 pontos, o que indica que a temperatura é uma variável também importante a ser considerada no controle mais rígido, porém depende de condições climáticas e é mais difícil de ser controlada no reservatório, que apresenta deriva térmica muito lenta, exigindo investimentos muito grandes para a mitigação, o que leva a procurar-se mitigar, por exemplo o caso da variável pH, da variável oxigênio e da variável transparência, mais economicamente viáveis para o controle por meio do uso de produtos químicos de controle de pH, oxigenadores e elevação do fluxo de troca da água do reservatório para eliminar a transparência.

Observa-se que no caso das variáveis oxigênio x pH e oxigênio x transparência., o

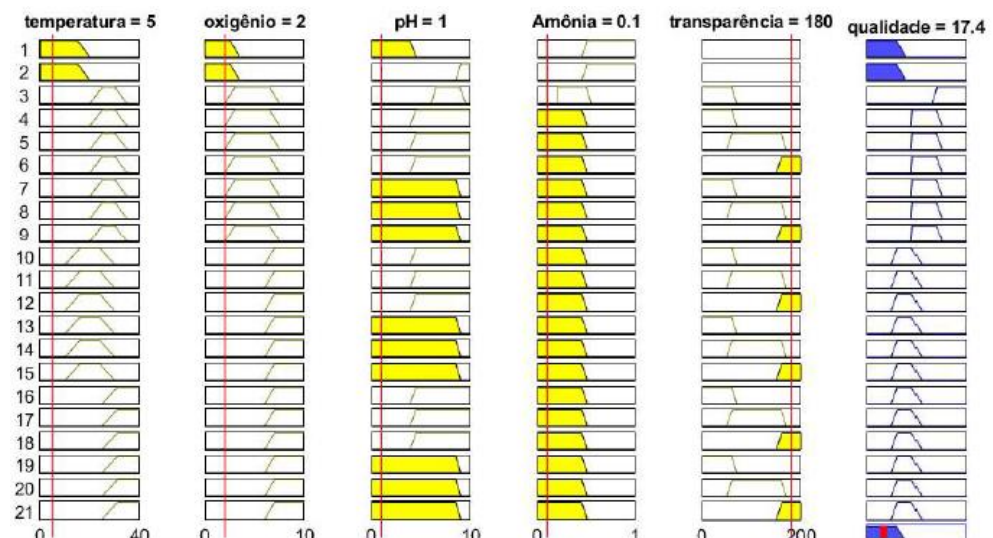
destaque vai para o oxigênio que é um fator a ser controlado por meio de aeradores, pois, sua faixa de interferência junto à qualidade gira por volta de 19,5 a 20 pontos.

Por fim, as variáveis pH x transparência., excursionaram a qualidade na faixa de 17,5 a 18 pontos, nos levando a interpretar que, tanto o pH quanto a transparência têm menor peso na classificação da qualidade da água, mas nem por isso podem deixar de ser controladas, sendo a sugestão para o controle químico do pH e elevação do fluxo de troca da água do reservatório para eliminar a transparência.

Ainda é possível destacar as importâncias atribuídas pelo arranjo das regras para a variável pH por possuir dois status de letal, seguida depois pela variável temperatura, pela variável oxigênio e pela variável amônia, com um status de letal cada, e por fim, a transparência, que não tem status de letal, sendo esta, considerada aquela que menos impacta a qualidade da água no algoritmo construído.

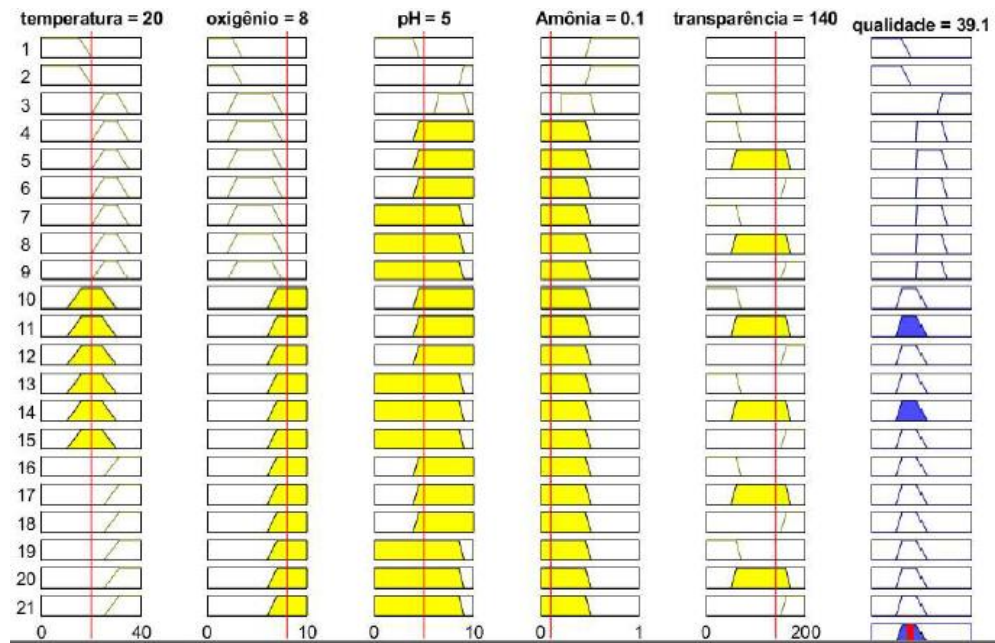
Com toda a parametrização das variáveis de entrada, de saída, com as superfícies e regras montadas, as FIGURAS 12, 13, 14 e 15 mostram a base da modelagem Fuzzy e a inferência de Mamdani em ação, nos seus respectivos resultados: qualidade péssima, qualidade ruim, qualidade boa e qualidade ótima.

Figura 12: Superfície de regras – qualidade péssima da água.



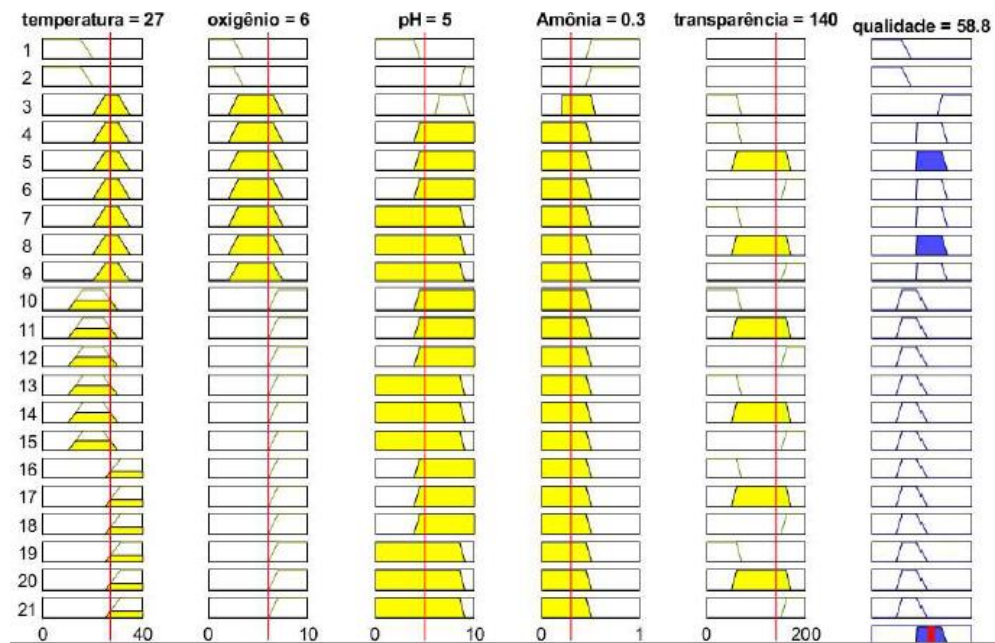
Fonte: Autores.

Como visualizado na coluna qualidade, a pontuação de 17.4 responde ao termo linguístico “péssima qualidade da água”.

Figura 13: Superfície de regras – qualidade ruim da água.

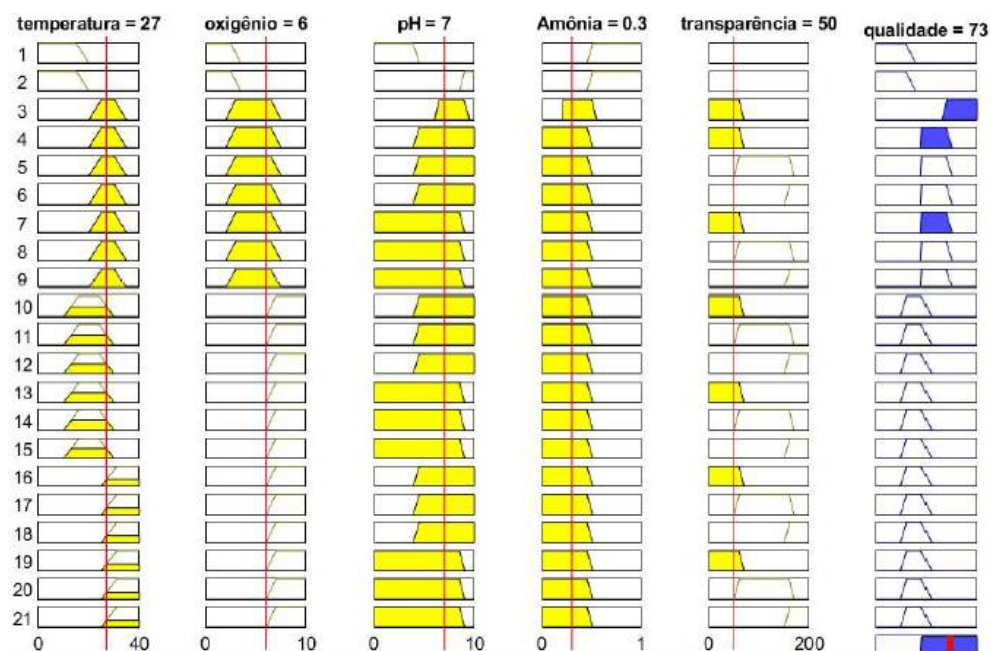
Fonte: Autores.

A FIGURA 13 mostra, na coluna qualidade, a pontuação de 39,1, que responde ao termo linguístico “qualidade ruim da água”.

Figura 14: Superfície de regras – qualidade boa da água.

Fonte: Autores.

Como visualizado na FIGURA 14, coluna qualidade, a pontuação de 58.8 responde ao termo linguístico “boa qualidade da água”.

Figura 15: Superfície de regras – ótima qualidade da água.

Fonte: Autores.

É possível observar na FIGURA 15 que, na coluna destinada à qualidade, o valor 73.0 representa o termo linguístico “ótima qualidade da água”.

Com a finalização do algoritmo Fuzzy foi possível observar que a qualidade da água, bem como suas muitas variáveis e status diferentes, podem gerar vários cenários distintos, cada qual com suas próprias características, que, dentre os analisados nesse artigo, mostraram que, dentro de 432 possíveis cenários, apenas um deles foi considerado ótimo para a piscicultura da espécie de peixe tropical Tilápia-do-Nilo.

4. Consideração Final

Com os resultados obtidos, foi possível, neste artigo desenvolver um algoritmo a ser futuramente embarcado em um aplicativo para celular com modelagem matemática Fuzzy, com sistema de inferência de Mamdani para manejo e controle da qualidade da água em piscicultura de Tilápias-do-Nilo, podendo posteriormente, ter sua lógica e resultados repassadas para um aplicativo móvel especialista que será disponibilizado a estes criadores, devido à sua portabilidade para linguagem de programação, visto ter uma estrutura de regras, visando a entrega de informações científicas que podem colaborar com as melhores práticas de cultivo, melhorando assim também, a produção e a rentabilidade dos mesmos, por meio do suporte a decisão para os piscicultores.

Referências

- BASSANEZI, R. C. Ferreira Jr., W. C. **Equações Diferenciais com aplicações**, Harbra Ltda, São Paulo, 1988.
- BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas**, Vozes, Petrópolis, 1973.
- CARVALHO, E.D. **Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas**. Relatório Científico (FAPESP). Botucatu, SP. 2006.
- CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP. 1992.
- CODEVASF. **Manual de Criação de Peixes em Tanques-Rede. Ministério do Desenvolvimento Regional**. 3º ed. Distrito Federal, Brasília, 2019.
- COLEÇÃO SENAR 208. **Piscicultura: Criação de Tilápias em Tanques-Rede**. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Brasília – DF, 2018.
- CYRINO, J.E.; CONTE, L.; Tilapicultura em Gaiolas: produção e economia. In: José Eurico Possebon Cyrino e Elisabeth Criscuolo Urbinati (Eds.). **AquaCiência 2004: Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, cap.12, p.151-171, 2006.
- EMATER-DF. **Criação de Tilápias**. Governo do Distrito Federal. 2º ed. Brasília – DF, 2009.
- HUGHES, S.G. All-vegetable protein feeds. **Feed International**, v.14, p.55-60, 1993.
- LEE, C.C. Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller, part I and II. **IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics**, vol. 20, pp 404-435. 1990.
- ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3ªed. Jundiaí: Eduardo A. Ono, 2003.
- SCHMITTOU, H.R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. Tradução de Eduardo Ono. ASA - Associação Americana de Soja. Editado por Silvio Romero Coelho, Mogiana Alimentos S.A., 1995, 78p. ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3ªed. Jundiaí: Eduardo A. Ono, 2003.
- SODRÉ, Ulysses. **Modelos Matemáticos**. Londrina/PR, UEL, 2007.
- SOUZA, Osmar do Nascimento. **Introdução à Teoria dos Conjuntos Fuzzy**. Universidade Estadual de Londrina - Centro de Ciências Exatas - Departamento de Matemática, Londrina/PR, 2010.
- ZADEH, L. Fuzzy Logic. **IEEE Computer**, April, pp. 83-92. 1988.
- ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: José Eurico Possebon Cyrino, Elisabeth Criscuolo Urbinati, Débora Machado Fracalosi, Newton Castagnolli (Editores), **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**, São Paulo: TecArt, Cap.9, p. 239-266, 2004.

CAPÍTULO IV

Water Quality Monitor: Aplicativo móvel especialista para análise da qualidade da água para piscicultura de Tilápia-do-Nilo

O CAPÍTULO IV foi elaborado para demonstrar o processo de desenvolvimento do aplicativo especialista construído durante a pesquisa. Com o algoritmo Fuzzy desenvolvido no CAPÍTULO III, foi possível portar este conhecimento para um APP desenvolvido na linguagem Dart com framework Flutter, que auxilia os produtores, de uma maneira muito simples, a ter suporte a decisão sobre a qualidade da água de seus criatórios.

Water Quality Monitor: Aplicativo móvel especialista para análise da qualidade da água para piscicultura de Tilápia-do-Nilo.

Water Quality Monitor: expert mobile app for water quality analysis for Nile Tilapia farming.

Vinícius Mastelini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1009-4501>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: vinicius.mastelini@unesp.br

Mario Mollo Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8341-4190>

Universidade Estadual Paulista, Brasil

E-mail: mario.mollo@unesp.br

RESUMO

Com a capacidade de assegurar alimentação e fonte de renda para o planeta, a piscicultura e a pesca, que já são atividades muito exercidas em todo o mundo, seguem crescendo em todo o globo. A qualidade da água para esse tipo de atividade é essencial. O controle de fatores químicos e físicos da água podem garantir o sucesso ou não da criação. Muitas são as maneiras de se analisar a qualidade da água, porém, nem todas são simples ou de fácil manejo. A crescente utilização de dispositivos móveis vem buscando facilitar essa tarefa, colaborando cada dia mais com essas e outras atividades. Visando corroborar com essa evolução, o aplicativo “*Water Quality Monitor*” foi desenvolvido, com o objetivo de fornecer, de maneira simples, fácil e acessível, informações relevantes sobre cenários de qualidade da água para criação de peixes da espécie tilápia-do-Nilo, em meio de criação de tanque-rede. A metodologia de desenvolvimento do aplicativo se embasou na RUP, voltada a objetos dentro da programação e estruturada por diagramas UML. O aplicativo final mostrou-se capaz de realizar os objetivos de análise das variáveis ambientes de qualidade da água.

Palavras Chave: Suporte a decisão; Garantia da qualidade; Melhoria de processo produtivo; Controle de criatório; Melhoria da competitividade.

ABSTRACT

With the ability to secure food and a source of income for the planet, fish farming, and fishing, already very popular activities around the world, continue to grow around the world. The quality of the water for this type of activity is fundamental. The control of the chemical and physical factors of the water can guarantee the success or not of the creation. There are many ways to test water quality, however, not all of them are simple or easy to handle. The increasing use of mobile devices has been seeking to facilitate this task, collaborating more and more with these and other activities. To corroborate this evolution, the “Water Quality Monitor” application was developed, with the aim of providing, in a simple, easy, and accessible way, relevant information on water quality scenarios for the farming of Nile tilapia fish, in a net tank. Medium. The application development methodology was based on the RUP, focused on objects within programming and structured by UML diagrams. The final application proved to be capable of meeting the objectives of analysis of the environmental variables of water quality.

Keywords: Decision support; Quality warranty; Production process improvement; Breeding control; Improved competitiveness.

1. Introdução

A piscicultura e a pesca são atividades estratégicas, que, segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, agência da ONU), podem assegurar a alimentação saudável no planeta. Com capacidade de fornecer alimento de qualidade e geração de renda (ONU, 2016).

A tilápia é uma das espécies de água doce mais criadas em cativeiro em todo o mundo, sendo considerada a mais importante, com destaque para a tilápia-do-Nilo, que é produzida em mais de 100 países, com uma produção comercial anual superior a 1.300.00 toneladas (EMATER-DF, 2009; COLEÇÃO SENAR 208, 2018).

Para o sucesso na criação de qualquer que seja a espécie de peixe e em qualquer sistema, se faz fundamental o atendimento a fatores físicos e químicos da água (qualidade). É dito que, criar peixes, antes de tudo, é “criar água” (CODEVASF, 2019).

Segundo Almeida (2012), uma das muitas formas de descrever a qualidade da água é relacionando, individualmente, todas as substâncias contidas em uma amostra. Tal relação pode gerar parâmetros comuns, como abranger parâmetros variados, dificultando a sua compreensão. Sendo uma das maneiras, a análise dos índices de qualidade da água.

Sistemas especialistas (ou baseados em conhecimento), geralmente estão associados

com a inteligência artificial. São desenvolvidos com regras que reproduzem o conhecimento de um perito (ou especialista) e utilizados para solucionar problemas específicos (NILSON, 1982). Para os sistemas do tipo especialistas, a base do conhecimento não é apenas uma simples coleção de informações (dados com dados). Trata-se de uma base de regras e fatos, que correspondem com o conhecimento dos especialistas, com o domínio sobre o tema (NILSON, 1982).

Segundo Mendes (1997), por tratar-se de um sistema dotado de inteligência e conhecimento, os benefícios dos sistemas especialistas são vários:

- Estender as facilidades para tomada de decisões para muitas pessoas;
- Melhorar a produtividade e desempenho dos seus usuários;
- Redução do grau de dependência que as organizações mantêm quando se veem em situações críticas;
- Ferramentas adequadas para utilização em treinamentos de grupos de pessoas.

São muitos os fatores que contribuem para que os dispositivos móveis (*tablets*, *notebooks*, *smartphones*, etc.), sejam cada vez mais utilizados. A redução do custo destes tipos de equipamentos devido ao ganho de escala e pelas novas tecnologias, tornando-os populares e acessíveis a todas as classes sociais é apenas um deles. Além disso, a necessidade de mobilidade e conectividade necessárias na atualidade, são atendidas por eles (NETO, 2010).

Dentre os mais importantes, destaca-se o *smartphone*, que se popularizou a tal ponto que, deixou de ser um artigo de luxo para caracterizar-se como necessidade básica da vida de grande parte da população. Em uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foi constatado que 80,4% das famílias brasileiras entrevistadas utilizam-se de *smartphones* como principal meio de acesso à *internet*, ultrapassando a utilização de computadores, *tablets*, etc. (CETIC. BR, 2016 em FONSECA e ALENCAR, 2016).

O desenvolvimento de aplicativos móveis tem facilitado o cotidiano de muitas pessoas, proporcionando portabilidade e flexibilidade para uma grande gama de negócios: automação residencial, saúde e bem-estar, armazenamento de informações em nuvem, expositor de conhecimentos, etc. Tais características são acompanhadas por uma crescente evolução no número de desenvolvimento de aplicativos móveis visando a solução (ou ao menos a facilitação), dos problemas cotidianos (PORTO, 2012).

Metodologias de projetos são etapas bem definidas que “servem como guia” para o desenvolvimento de *softwares*. Colaboram com o projeto em sua estruturação, mensuração, controle e evolução. A metodologia *Rational Unified Process* (RUP) é interativa e pode ser

adaptada para vários tipos de projetos. A RUP estrutura cada ciclo do desenvolvimento em quatro fases, cada uma com seus *milestones*. *Milestones* são indicadores de progresso, utilizado para tomada de decisão (KRUCHTEN, 2000).

- Início: levantamento do escopo de desenvolvimento;
- Elaboração: planejamento das atividades e recursos;
- Construção: implementação do *software*;
- Transição: passagem do produto desenvolvido, do programador para o usuário.

O *Flutter* iniciou-se como apenas um teste pela equipe da Google, que procurava um novo modelo de compilação, mas rápida em comparação ao modelo atualmente utilizado (IOPSCIENCE, 2020). Trata-se de um *framework* para desenvolvimento de aplicativos multiplataforma e utiliza a linguagem de programação *Dart*, também criada pela Google (OLIVEIRA, 2019).

A linguagem de programação *Dart*, inicialmente foi desenvolvida para a *web*, porém, demonstrou-se uma ótima ferramenta para desenvolvimento de aplicações em ambientes de alta performance (DEV MEDIA, 2015). Suas principais características são:

- Baseada em compilações de código *JavaScript*;
- Estruturada em classes;
- Orientada a objetos;
- Sintaxe baseada na linguagem C;
- Capaz de implementar heranças simples,

Segundo o site oficial do *Flutter* (disponível em: <https://flutter.dev>), *Flutter* é o *kit* de ferramentas de *Interface de Usuário* (IU) do Google para construção de aplicativos bonitos e nativamente compilados para celular, *web* e *desktop* a partir de uma única base de código. Possui as seguintes características:

- Desenvolvimento rápido;
- IU expressiva e flexível;
- Desempenho nativo.

O desenvolvimento proposto nesse capítulo é de um aplicativo especialista para dispositivos móveis, capaz de receber dados sobre as principais variáveis ambiente que refletem na qualidade da água para piscicultura de Tilápias, interpreta-as e disponibiliza-las como informações sobre esse cenário, armazenando essas análises e as disponibilizando para

consultas futuras, ao mesmo tempo que seja de fácil manuseio e interpretação e sem a necessidades de requisitos altos de *hardware*.

1.1 Índices de qualidade da água

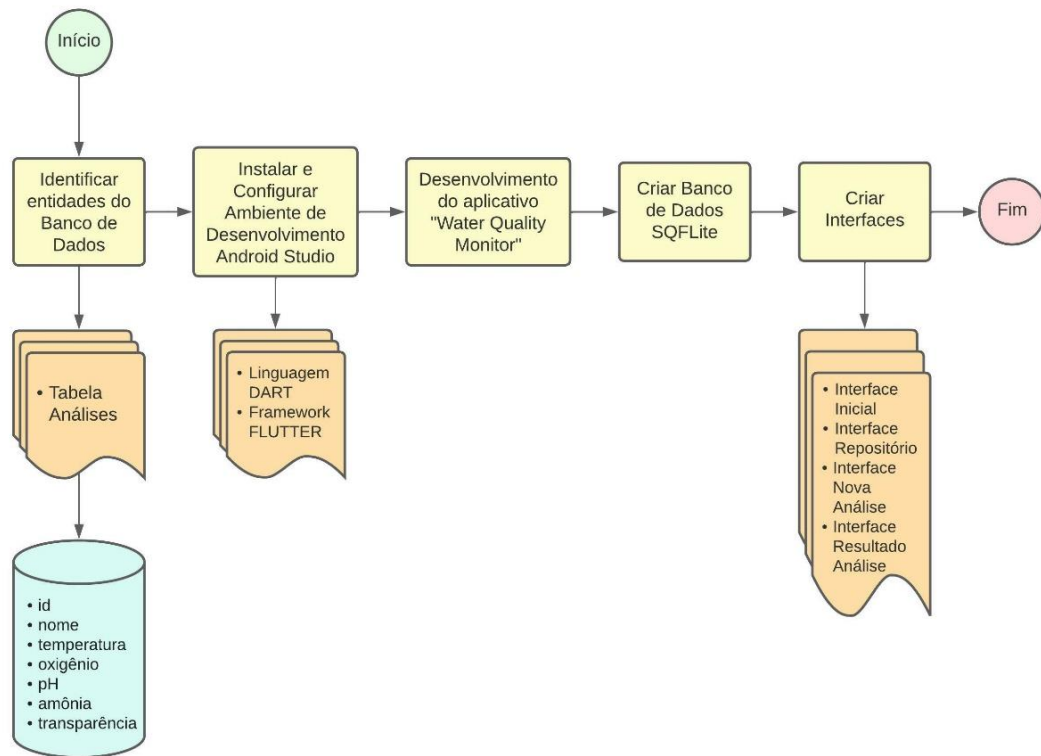
O levantamento dos índices, variáveis e valores referência utilizados no desenvolvimento do aplicativo especialista foram dados coletados na revisão sistemática da literatura de MASTELINI; MOLLO NETO (2022) e no CAPÍTULO I (Indicadores de qualidade da água para criação de tilápias-do-nilo em tanque-rede: uma revisão das práticas de análises de criação), desta dissertação.

1.2 Regras de negócio

A formulação do aplicativo especialista segue o resultado da aplicação dos índices de qualidade da água na ferramenta matemática *MatLab*, aplicando a lógica *Fuzzy* e o sistema de inferência de *Mamdani*, conforme CAPÍTULO III (*Control and management of water quality for nile tilapia fish in net tanks based on fuzzy modeling*), desta dissertação.

2. Materiais e métodos

O desenvolvimento de um aplicativo (como qualquer *software*), exige a elaboração de um projeto, contendo a definição de suas regras e funcionalidades. Esta seção mostra como o aplicativo especialista “*Water Quality Monitor*” foi desenvolvido, também demonstrada na FIGURA 1.

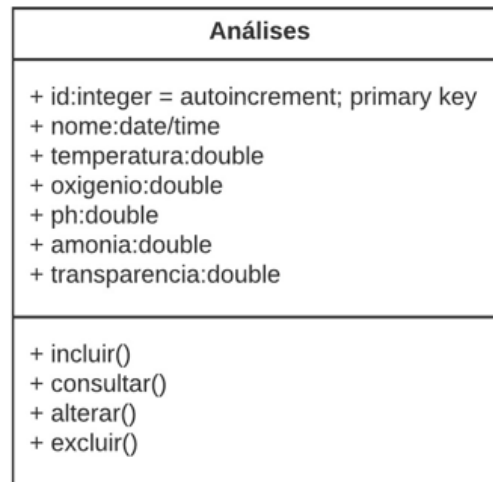
Figura 1: Diagrama de fluxo desenvolvimento aplicativo.

Fonte: Autores.

2.1 Arquitetura do sistema

Para a estruturação estática e comportamental do aplicativo foram utilizados os diagramas de Linguagem de Modelagem Unificada (UML), “Diagrama de Classe”, “Diagrama de Caso e Uso” e “Diagrama de Sequência”. Segundo RUMBAUGH (2004), a UML é uma linguagem de modelagem visual, utilizada para especificar, visualizar, construir e documentar sistemas.

Classes são representações digitais de objetos do mundo real, possuem atributos, comportamentos e relacionamentos. A amostra de uma análise de água e os seus parâmetros são um exemplo de classe. Após o projeto observou-se a necessidade de apenas uma classe para atender as funcionalidades do sistema especialista “*Water Quality Monitor*”, representada na FIGURA 2;

Figura 2: Diagrama de classe (tabela “Análises”).

Fonte: Autores.

Conforme disposto no FIGURA 2, a tabela “Análises” irá conter todos os atributos necessários do aplicativo especialista, sendo eles:

- ID: atributo do tipo numérico. Com autoincremento e classificado como chave primária da tabela (nunca se repete);
- Nome: atributo do tipo date. Pensado para que cada análise, além do seu ID (que é oculto), tenha uma informação única visível, para controle do usuário, sendo assim, cada análise terá salva em seu nome a data completa (dd/mm/aaaa) e mais o horário 00:00;
- Temperatura: atributo do tipo numérico. Campo que receberá o valor da variável temperatura da água, podendo ser um valor inteiro ou real;
- Oxigênio: atributo do tipo numérico. Campo que receberá o valor da variável oxigênio dissolvido da água, podendo ser um valor inteiro ou real;
- pH: atributo do tipo numérico. Campo que receberá o valor da variável pH da água, podendo ser um valor inteiro ou real;
- Amônia: atributo do tipo numérico. Campo que receberá o valor da variável amônia da água, podendo ser um valor inteiro ou real;
- Transparência: atributo do tipo numérico. Campo que receberá o valor da variável transparência da água, podendo ser um valor inteiro ou real.

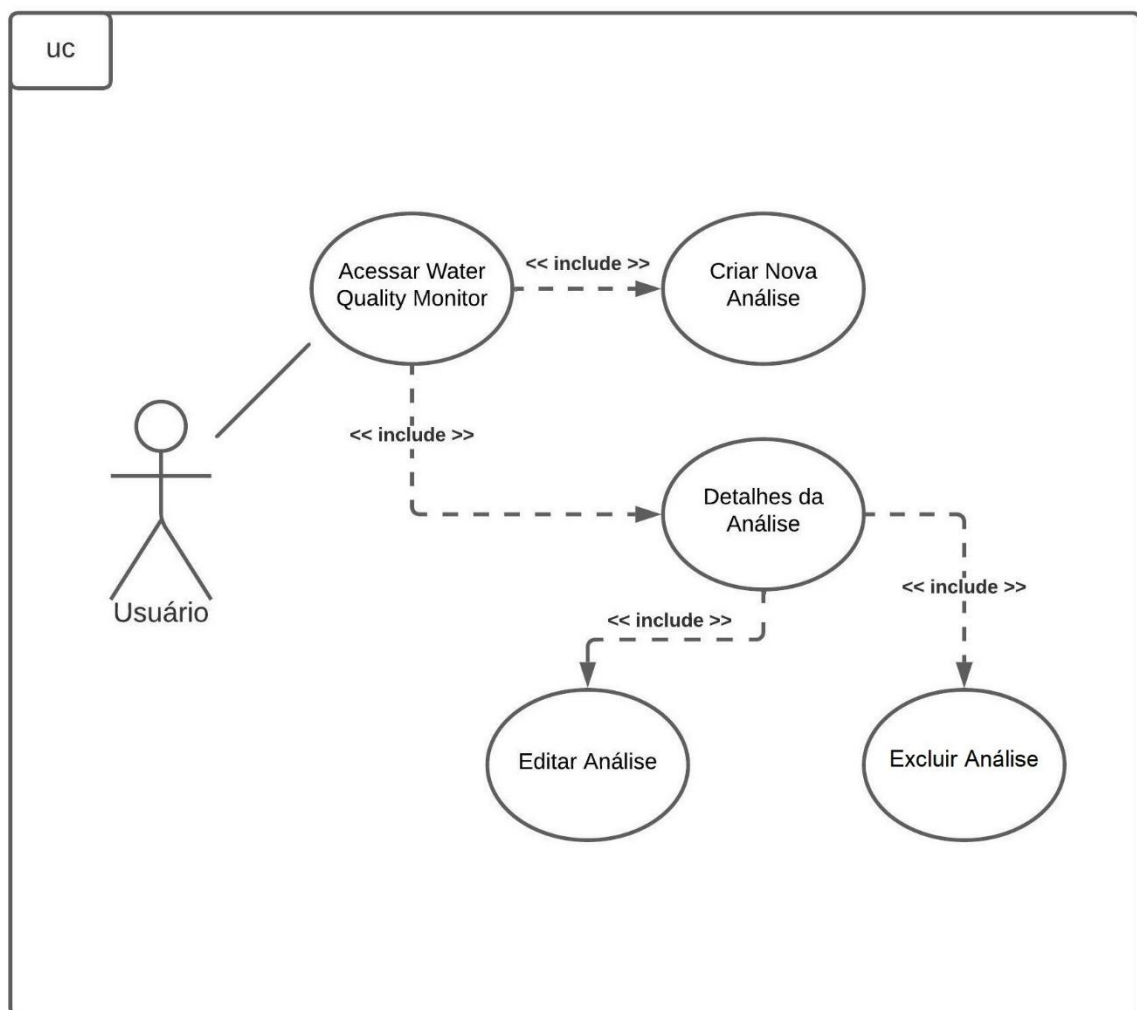
A tabela “Análises” também contém, em si, os métodos:

- Incluir: será possível adicionar quantas análises se desejar;

- Consultar: será possível consultar, a qualquer momento, análises já realizadas;
- Alterar: será possível realizar a alterações de valores das variáveis ambientes;
- Excluir: será possível realizar a exclusão de análises já gravadas.

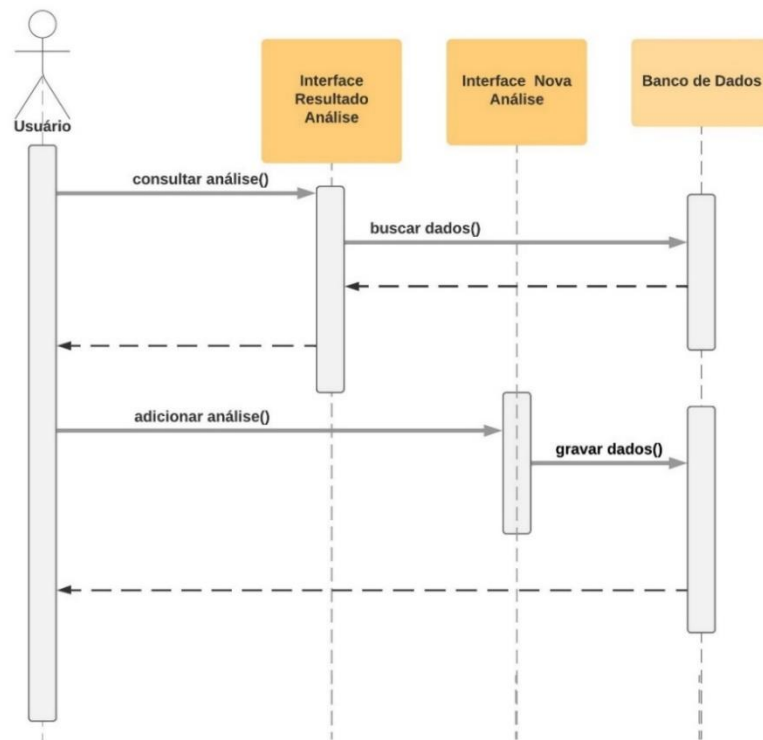
O “diagrama de caso e uso” e as suas descrições complementam a modelagem. Representam o comportamento do sistema. Os procedimentos contidos na FIGURA 3 são os mesmos disponíveis no aplicativo.

Figura 3: Diagrama de caso e uso – aplicativo “Water Quality Monitor”.

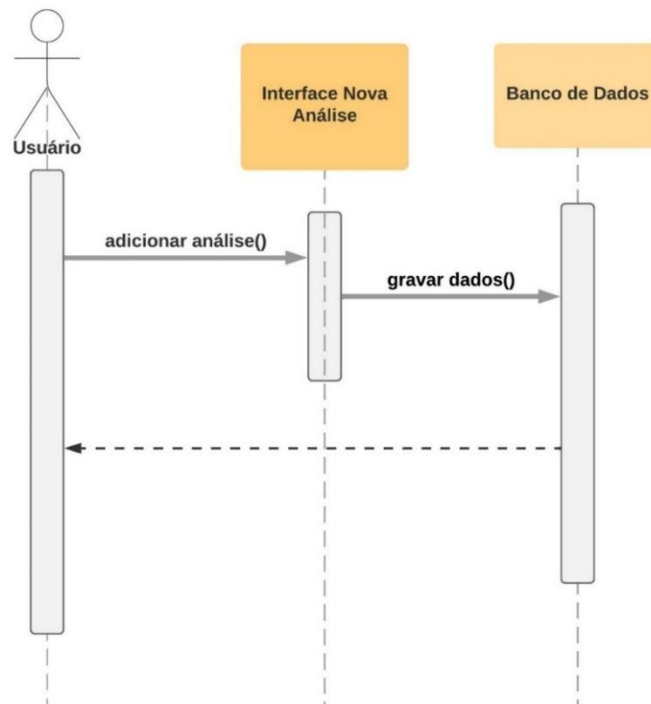


Fonte: Autores.

Os “diagramas de sequência” demonstram as solicitações e as respostas que cada *interface* do aplicativo possui, facilitando o entendimento dos processos contidos no mesmo, conforme FIGURAS 4, 5 e 6.

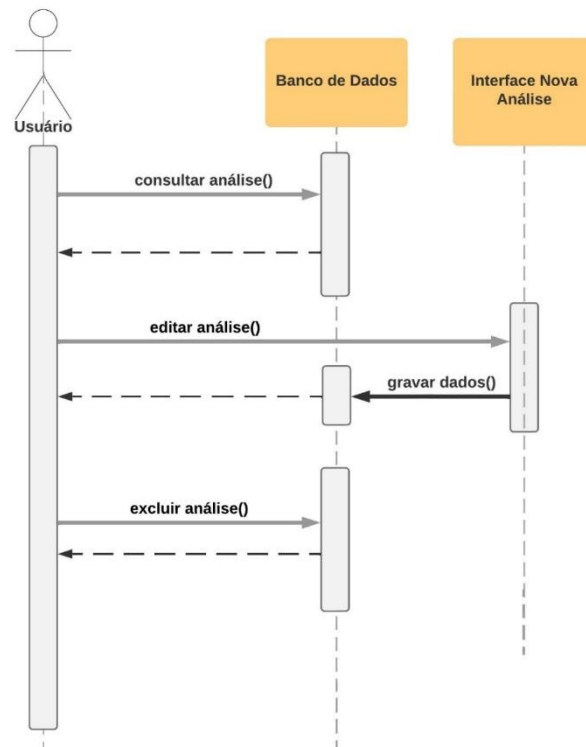
Figura 4: Diagrama de sequência – *interface* repositório.

Fonte: Autores.

Figura 5: Diagrama de sequência – *interface* nova análise.

Fonte: Autores.

Figura 6: Diagrama de sequência – *interface* resultado análise.



Fonte: Autores

2.2 Banco de Dados

Bancos de dados consistem no relacionamento de múltiplos armazenamentos, de maneira estruturada e com informações de um determinado negócio, onde essas não se repetem e não contenham valores nulos (SILBERSCHATZ, KORTH, SUDARSHAN, 2010).

Para o aplicativo “*Water Quality Monitor*”, o banco de dados foi criado seguindo a estrutura do “diagrama de classe” acima descrito, a tabela com os atributos e métodos da FIGURA 2.

2.3 Linguagem e plataforma de desenvolvimento

Para o processo de codificação do aplicativo foi realizada a instalação do ambiente de desenvolvimento (IDE), *Android Studio*, versão *Chipmunk* // 2021.2.1 (ferramenta oficial GOOGLE), bem como a configuração da linguagem *Dart* e do *framework Flutter*.

O aplicativo especialista foi desenvolvido inteiramente na linguagem de programação *Dart* em conjunto com o *framework Flutter* e alguns de seus pacotes de componentes e ferramentas (dependências):

- *SQLite*: banco de dados presente na própria linguagem de programação, com

compatibilidade com dispositivos móveis);

- *INTL*: componentes do tipo “slider”, barra de seleção para entrada de valores;
- *CHARTS*: componentes do tipo “gráfico”, para exibição de informações.

2.4 Funcionalidades e interfaces gráficas

Ao executar o aplicativo especialista “*Water Quality Monitor*”, o usuário acessará a *interface* inicial da aplicação, contendo a logo e o nome do aplicativo, conforme FIGURA 7. A *interface* inicial é programada com a funcionalidade “*splash*”, que automaticamente chamará a próxima *interface* (repositório), depois de passados seis segundos.

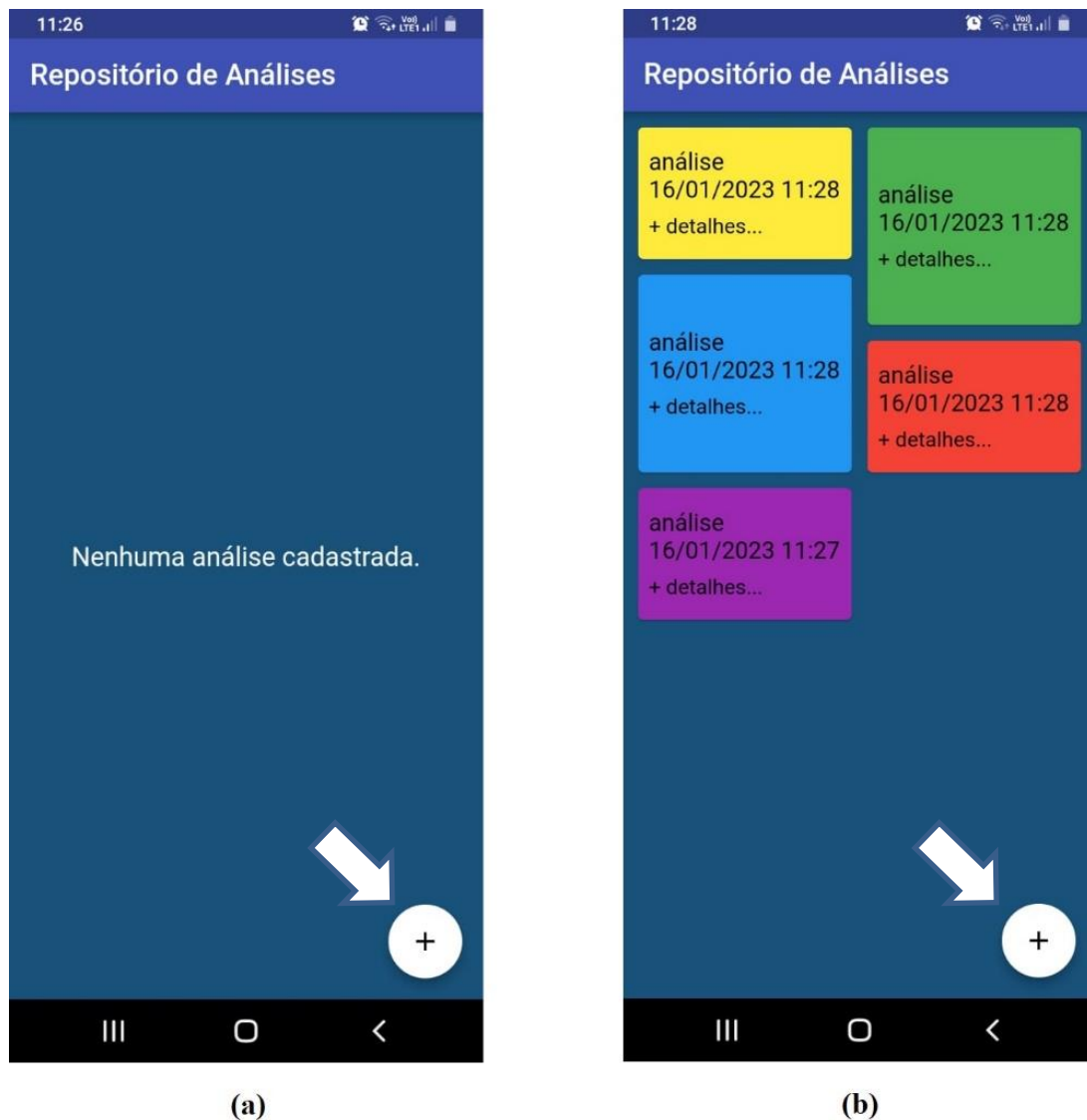
Figura 7: *Interface* inicial “*Water Quality Monitor*”.



Fonte: Autores.

A *interface* repositório é a *home* do aplicativo especialista, que “chama” todas as funções da aplicação. É nesta *interface* que é possível ter acesso a análises já realizadas e/ou, criar uma nova análise. Suas funções são disponibilizadas na FIGURA 8.

Figura 8: *Interface* repositório “Water Quality Monitor”.



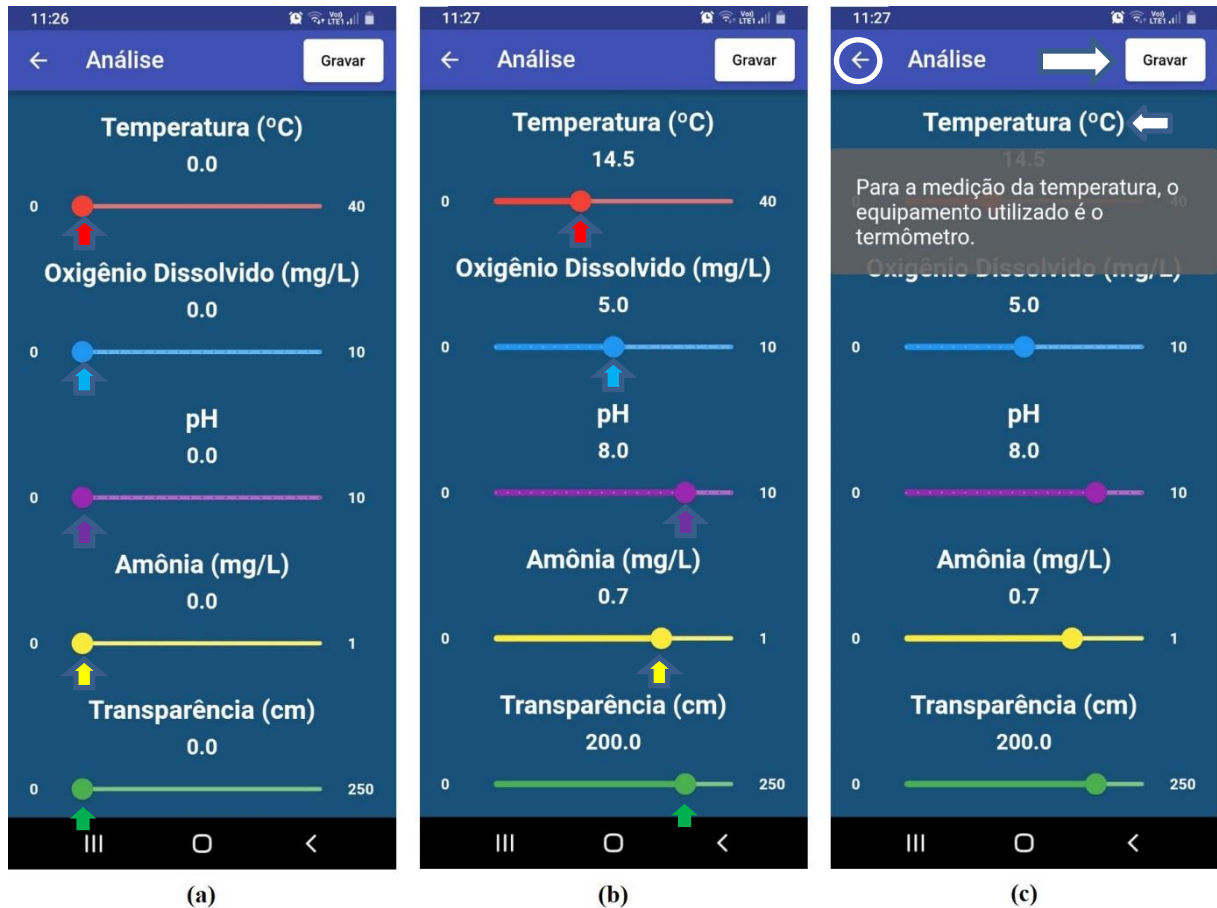
Fonte: Autores.

As imagens da FIGURA 8 (a) e (b) mostram **a** *interface* repositório sem nenhuma análise cadastrada; **b** *interface* repositório com análises já cadastradas. Em ambas é possível visualizar o botão “+”, para a ação de adicionar uma nova análise.

Ao clicar sobre a opção “+”, a *interface* nova análise será chamada. Essa *interface* necessita da interação do usuário, que deve entrar com os valores das variáveis ambientes da água (coletadas naquele momento). A entrada dos valores é realizada por “sliders”, que são

barras deslizáveis (impedem a entrada de valores diferentes dos esperados). Cada variável possui o seu “slider”, que conta também com as informações de valores mínimos e máximos em suas extremidades. A FIGURA 9 demonstra melhor a *interface* e suas opções.

FIGURA 9: *Interface nova análise “Water Quality Monitor”.*



Fonte: Autores.

As imagens da FIGURA 9 mostram as funcionalidades e opções da *interface* nova análise **(a)** mostra a *interface* assim que o usuário a acessa, nela, os valores das variáveis vêm por padrão, zeradas; **(b)** mostra a *interface* que já passou por interação do usuário, ao clicar e deslizar os “sliders” ou barras, os valores são destacados no campo abaixo do nome da variável; **c** mostra um outro recurso dessa *interface*, ao clicar (e segurar), sobre o nome da variável, uma caixa de diálogo é exibida, informando qual ferramenta é utilizada para a coleta de dados sobre aquela variável. Em todas as imagens também é possível observar o botão “gravar”. Ao acionar esse botão, o aplicativo salva os dados inseridos no banco de dados, gerando uma nova análise que será exibida na *interface* repositório (FIGURA 8). O usuário também tem a opção de retornar a *interface* repositório sem realizar o lançamento de uma nova análise, para isso, basta

clicar no ícone com a “seta” voltar.

Posterior lançamento de nova análise (ou caso seja necessário consultar os resultados de uma análise já lançada), o usuário pode acessá-la pela *interface* repositório (FIGURA 8), clicando sobre a mesma, assim, a *interface* resultado análise será “chamada”.

A *interface* resultado análise é onde os dados inseridos pelo usuário, que se encontram salvos no banco de dados da aplicação, são confrontados com as regras obtidas no algoritmo do CAPÍTULO III (*Control and management of water quality for nile tilapia fish in net tanks based on fuzzy modeling*) desta dissertação, e apresentadas ao usuário, também contém várias funções e opções. O resumo das regras *MatLab* podem ser conferidas no QUADRO 1, em sequência, é possível ver a *interface* resultado análise na FIGURA 11.

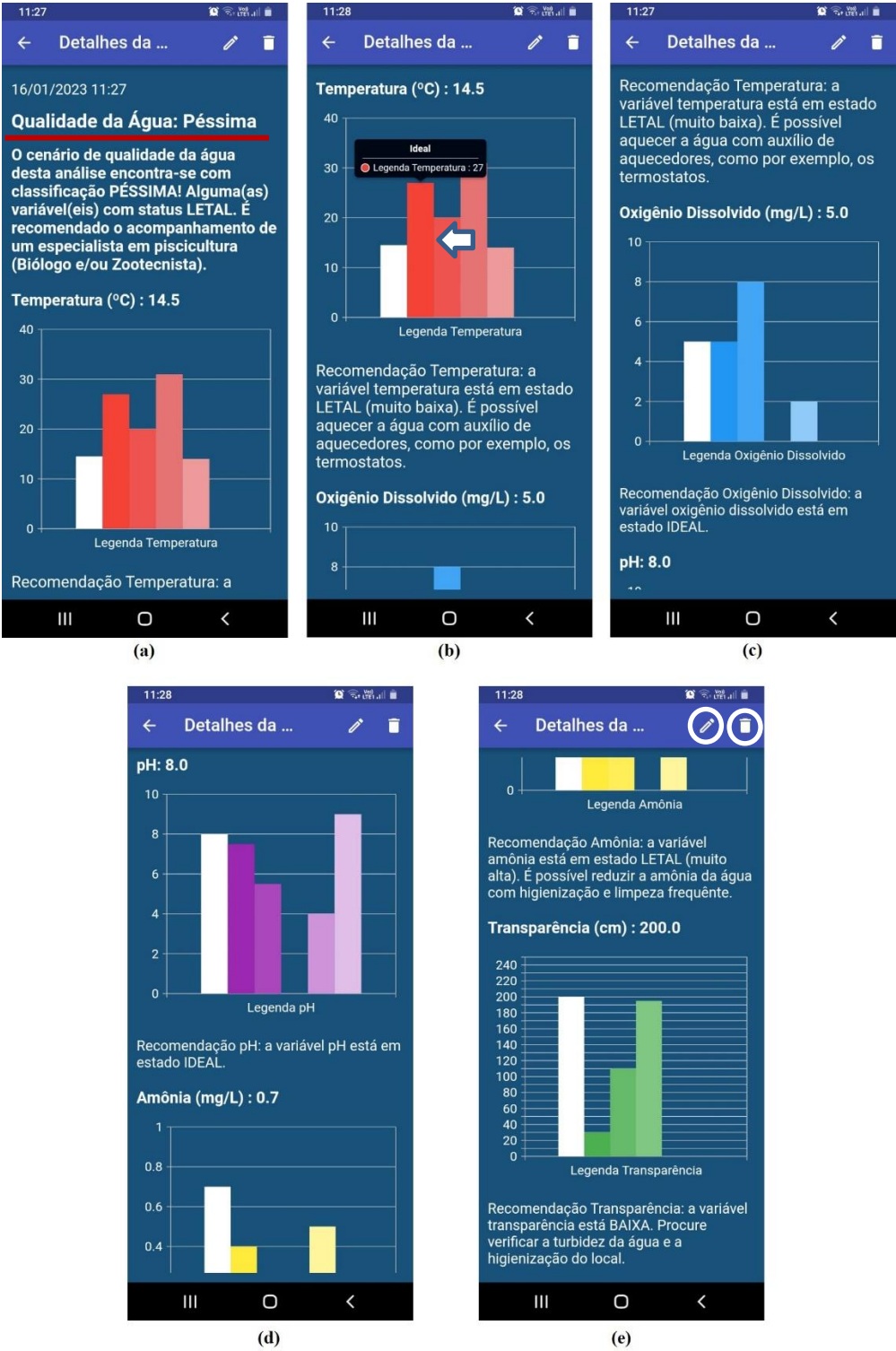
Quadro 1: Conjunto de regras *MatLab* para cenários de qualidade da água.

Regra	Cenário
Se temperatura letal, ou oxigênio letal, ou pH letal 1, ou amônia letal.	Qualidade Péssima
Se temperatura letal, ou oxigênio letal, ou pH letal 1, ou amônia letal.	Qualidade Péssima
Se temperatura ideal, e oxigênio ideal, e pH ideal, e amônia ideal e transparência alta.	Qualidade Ótima
Se temperatura ideal, e oxigênio ideal, e pH não letal 1, e amônia não letal, e transparência alta, ou média, ou baixa.	Qualidade Boa
Se temperatura ideal, e oxigênio ideal, e pH não letal 2, e amônia não letal, e transparência alta, ou média, ou baixa.	Qualidade Boa
Se temperatura alerta 1, e oxigênio alerta, e pH não letal 1, e amônia não letal, e transparência alta, ou média, ou baixa.	Qualidade Ruim
Se temperatura alerta 1, e oxigênio alerta, e pH não letal 2, e amônia não letal, e transparência alta, ou média, ou baixa.	Qualidade Ruim
Se temperatura alerta 2, e oxigênio alerta, e pH não letal 1, e amônia não letal, e	Qualidade Ruim

transparência alta, ou média, ou baixa.	
Se temperatura alerta 2, e oxigênio alerta, e pH não letal 2, e amônia não letal, e	Qualidade Ruim

Fonte: Autores.

FIGURA 11: Interface resultado análise “Water Quality Monitor”.



Fonte: Autores.

As imagens da FIGURA 11 (a), (b), (c). (d) e (e), exibem ao usuário um resumo sobre a qualidade do cenário da água daquela análise (escolhida na *interface* repositório), trazendo no início, a variável de saída (péssimo; ruim; bom. ótimo), variáveis resultantes do algoritmo *MatLab*, que refletem diretamente com os valores relacionados das variáveis temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia e transparência.

O aplicativo entrega ao usuário também, informações sobre cada variável, qual o *status* de cada uma e em alguns casos, ações que podem colaborar para o controle daquela variável, junto com gráficos, que mostram o valor da variável (inserida naquela análise) e os valores de seus *status* (letal, alerta e ideal).

Na imagem **b** é possível notar que o aplicativo possui a função de gráfico interativo, ao clicar (e segurar) sobre a coluna desejada (em qualquer coluna e gráfico), o mesmo exibirá informações sobre aquele *status* (referência), para que o usuário tenha conhecimento destes. A *interface* resultado análise também conta com a opção de voltar para a *interface* repositório (FIGURA 8), ícone “setinha”; editar análise (*interface* nova análise, FIGURA 9), que irá sobrescrever os dados salvos daquela análise no banco de dados e a opção deletar análise, que irá excluir permanentemente aquela análise do banco de dados.

Os *status* resultantes dos cenários de qualidade da água do aplicativo “*Water Quality Monitor*” seguem o QUADRO 2 abaixo:

Quadro 2: Status de cenários de qualidade da água.

Cenários
Qualidade Péssima
Qualidade Ruim
Qualidade Boa
Qualidade Ótima

Fonte: Autores.

2.5 Configurações Mínimas

Com o término no desenvolvimento do aplicativo especialista foi possível testa-lo quanto a sua otimização, utilizando-o em dispositivos diferentes (entre *smartphones* e *tablets*), onde foi possível comprovar uma utilização satisfatório em configurações já abaixo das atualmente encontradas em mercado. Com isso, o QUADRO 3 abaixo visa disponibilizar as configurações mínimas recomendadas de dispositivos móveis para o correto funcionamento do aplicativo “*Water Quality Monitor*”.

Quadro 3: Configurações mínimas.

Versão Android OS:	9.0 (Pie)
Memória RAM:	1GB
Armazenamento:	16GB
Tamanho Tela:	4.7

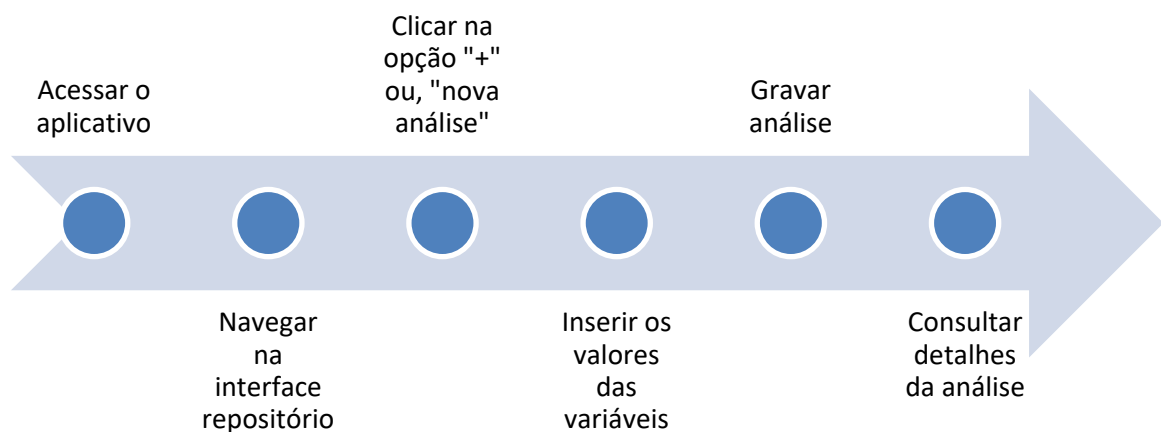
Fonte: Autores.

3. Resultados e discussões

3.1 Estudo de caso – Nova Análise

Para a realização dos testes no aplicativo especialista “*Water Quality Monitor*”, foi adicionada uma nova análise e inseridos os valores para as variáveis ambiente (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia e transparência), respeitando os valores limites levantados na revisão sistemática da literatura, em MASTELINI, MOLLO NETO (2022), e que receberão as regras formuladas na ferramenta *MatLab* (CAPÍTULO III - *Controle e manejo da qualidade da água para piscicultura de tilápias-do-Nilo em tanques-rede embasado em modelagem Fuzzy*).

As sequências de processos e os valores lançados neste teste seguem as informações da FIGURA 12 e do QUADRO 4.

Figura 12: Processos do aplicativo.

Fonte: Autores.

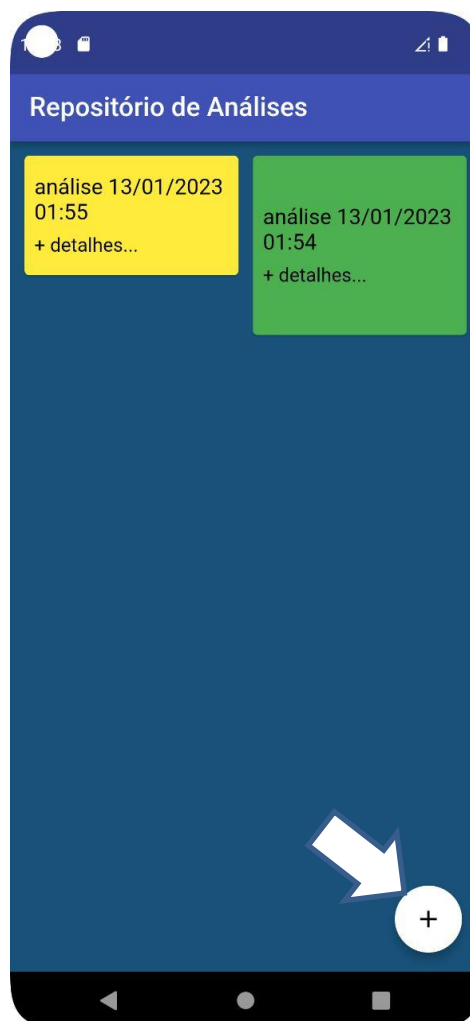
Quadro 4: Valores variáveis ambiente.

Nova Análise	
Temperatura	26
Oxigênio Dissolvido	5
pH	4.5
Amônia	0.2
Transparência	158

Fonte: Autores.

3.2 Teste do aplicativo

O primeiro passo é abrir o aplicativo “*Water Quality Monitor*” e aguardar o carregamento da *interface* repositório (onde todas as análises se encontram), posteriormente, selecionar a opção “+” (nova análise), conforme FIGURA 13.

Figura 13: Teste do aplicativo – parte 01.

Fonte: Autores.

Ao acionar a opção da FIGURA 13, a *interface* “nova análise” será exibida. Nesta etapa serão inseridos os valores classificados no QUADRO 2. Finalizando o processo de entrada dos dados, a opção “gravar” deve ser acionado, para salvar a análise no banco de dados e retornar (automaticamente para a *interface* repositório), conforme FIGURA 14 e 15.

Figura 14: Teste do aplicativo – parte 02.

← Análise → Gravar

Temperatura (°C)
26.0
0 40

Oxigênio Dissolvido (mg/L)
5.0
0 10

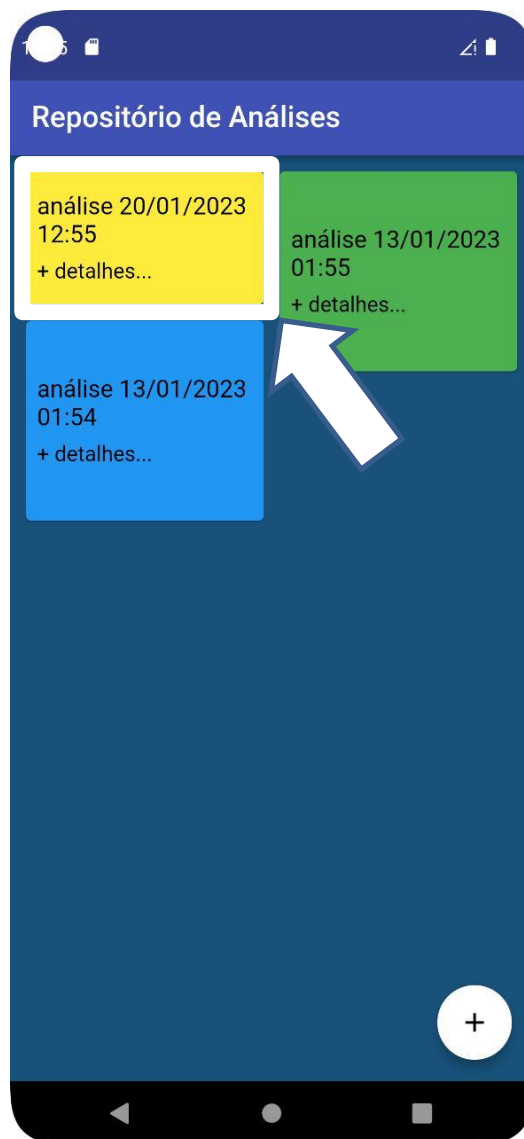
pH
4.5
0 10

Amônia (mg/L)
0.2
0 1

Transparência (cm)
158.0
0 250

Fonte: Autores.

Figura 15: Teste do aplicativo – parte 03.

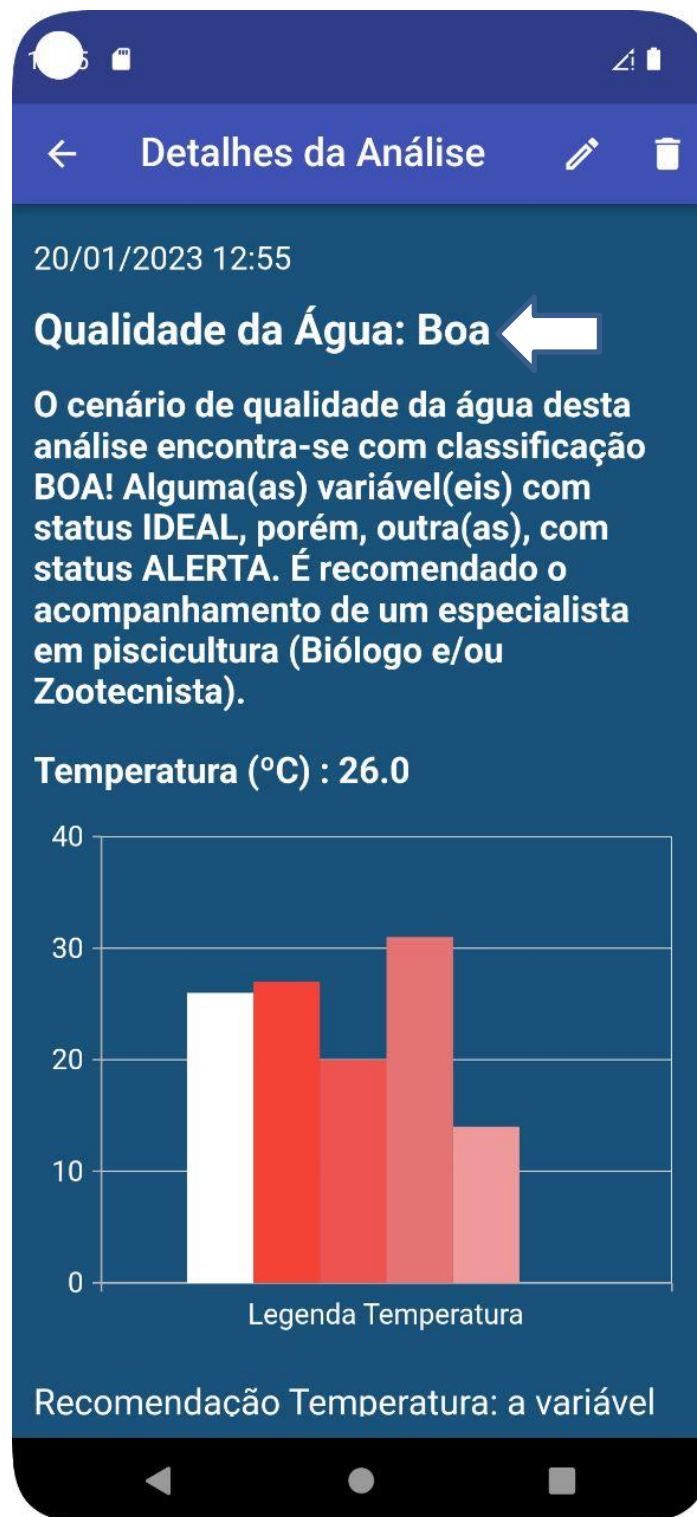


Fonte: Autores.

Caso o processo anterior ocorra bem, a análise recém inserida será exibida na *interface* repositório (a lista é decrescente, ou seja, a última análise incluída será exibida em primeiro), conforme FIGURA 15.

Para consultar a análise (seja a última inserida ou qualquer outra salva no banco de dados do aplicativo), basta clicar sobre a análise desejada que o aplicativo irá fazer a chamada da *interface* resultado análise, que trará as informações referentes ao cenário da qualidade da água e suas variáveis, exibidas na FIGURA 16.

Figura 16: Teste do aplicativo – parte 04.



Fonte: Autores.

É possível visualizar pela FIGURA 16 que o resultado do cenário de qualidade da água da análise criada para o teste foi considerado pelo algoritmo como Boa. A *interface* resultado análise trás, além da situação do cenário inserido, informações relevantes do contexto como um

tudo e também das variáveis individuais, como o *status* que cada variável se encontra (naquela análise), os possíveis status que cada variável pode possuir dentro do aplicativo (juntamente com seus valores de referência) e como podem ser tratadas, caso necessário. Para a visualização, basta “rolar” a tela, conforme FIGURA 17.

Figura 17: Teste do aplicativo – parte 05.



Fonte: Autores.

4. Considerações Finais

O aplicativo especialista “*Water Quality Monitor*” demonstrou-se funcional e capaz de entregar o que foi proposto em seu objetivo principal, informações rápidas e de qualidade a respeito dos cenários de qualidade da água com suas principais variáveis ambiente. Confirmando que a utilização de tecnologias como um *software*, junto ao conhecimento de especialistas, pode corroborar para uma melhora nos processos de análise e planejamento ajudando o criado na tomada de decisões. Além disso, tem fácil utilização, não necessita de *hardware* potente e pode ser utilizado em campo, por se tratar de um aplicativo móvel e sem a necessidade de conexão com a internet.

Melhorias de processos e inclusão de novas funcionalidades são previstas em pesquisas futuras ao aplicativo especialista, incorporando novas possibilidade de análises.

Foi realizado processo de registro do aplicativo “*Water Quality Monitor*” junto ao INPI.

Referências

- ALMEIDA R. A. S. **Índice de qualidade de uso da água subterrânea (e- IQUAS): uma metodologia de modelagem numérica flexível**. Tese (Doutorado) Centro Int Energia e Ambiente (CIEnAm) Federal da Bahia. Salvador, 2012. 334 f.
- CODEVASF. **Manual de Criação de Peixes em Tanques-Rede**. Ministério do Desenvolvimento Regional. 3º ed. Distrito Federal, Brasília, 2019.
- COLEÇÃO SENAR 208. **Piscicultura: Criação de Tilápias em Tanques-Rede**. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Brasília – DF, 2018.
- DEVMEDIA. **Primeiros passos com a google dart**. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/primeiros-passos-com-a-google-dart/32954>. Acessado em: 12/01/2023.
- EMATER-DF. **Criação de Tilápias**. 2º ed. Governo do Distrito Federal. Brasília, 2009.
- FONSECA, ANA RACHEL. ALENCAR, MARIA SIMONE de MENEZES. **O uso de aplicativos de saúde para dispositivos móveis como fontes de informação e educação em saúde**. XIX Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias – SNBU. 2016.
- IOPSCIENCE. **A Freights Status Management System Based on Dart and Flutter Programming Language**. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1530/1/012020/pdf/>. Acessado em: 02/10/2020.
- KRUCHTEN, P. **The Rational Unified Process – An Introduction**. AddisonWesley 2a edição. 2000.
- MASTELINI, V.; MOLLO NETO, M. Indicadores de qualidade da água para criação de tilápias-do-Nilo em tanque-rede: uma revisão das práticas de análises de criação (2010 – 2021). **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 3, n. 12, p. e3122363, 2022. DOI: 10.47820/recima21.v3i12.2363. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/2363>. Acesso em: 18 jan. 2023.
- MENDES, RAQUEL DIAS. **Inteligência Artificial: Sistemas Especialistas no Gerenciamento da Informação**. **Ci. Inf.** vol. 26 no. 1, Brasília, 1997.

NETO, PEDRO M. de C. **Estudo do Uso de Dispositivos Móveis Pessoais em Ambiente Corporativo no Âmbito da Segurança da Informação**. Universidade do Sul de Santa Catarina, Santa Catarina, 2010.

NILSON, NEILS S. **Principles of Artificial Intelligence**. Berlin, Springer Verlag, 1982.

OLIVEIRA, PEREIRA CAIO. **Desenvolvimento de ferramenta para coleta de dados em pesquisas quantitativas utilizando dispositivos móveis**. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2019.

PORTO, FABIANO. **Aplicativos mobile: definições, história e previsões**. Disponível em: <http://tectriadebrasil.com.br/blog/mercado-de-midias-sociais-blog/aplicativosmobile-definicoes-historia-e-previsoes/>. Acessado em: 02/10/2020.

RUMBAUGH, J.; JACOBSON, J.; BOOCH, G. **The unified modeling language reference manual**. Addison Wesley, 2nd edition, 2004.

SILBERSCHATZ, A., KORTH, H. and SUDARSHAN S. **Database system concepts**. Sixth Edition, McGraw Hill Book Co., 2010.

REGISTRO DO APLICATIVO “*WATER QUALITY MONITOR*”

O APP foi encaminhado ao INPI na data de 16/11/2022, por meio da Agência de Inovação da UNESP (AUIN) e aguarda a emissão do registro final pelo governo federal.

A documentação comprobatória de submissão de registro é disponibilizada abaixo.

16/11/2022 15:54

Alterar Serviço 4196 • 22CI084 - WATER QUALITY MONITOR - FISH FARMING (Faculdade) • Zhenit

Alterar Serviço 4196 • 22CI084 - WATER QUALITY MONITOR - FISH FARMING (Faculdade)

▲ Básico

Tipo de Serviço

Comunicação de Invenção

Código

22CI084 - WATER QUALITY MONITOR - FISH FARMING

Título

WATERQUALITY MONITOR - FISH FARMING

Campus

Faculdade

▲ Formulário de Comunicação de Invenção

Comunique sua invenção: o início do processo de proteção da sua tecnologia começa com o preenchimento completo do presente formulário eletrônico.

- Preencha os campos de informações de forma clara, detalhada, completa e objetiva.
- Formulários incompletos ou com informações insuficientes serão devolvidos ao pesquisador para complementação, o que pode gerar retrabalho e atrasar o processo de proteção da tecnologia.
- Por isso, leia atentamente as instruções de preenchimento abaixo de cada campo e descreva com riqueza de detalhes as informações solicitadas.
- Cabe ressaltar que todas as informações recebidas via Comunicação de Invenção são tratadas com sigilo e confidencialidade.
- Ao final do preenchimento do formulário, insira os anexos necessários na seção "ANEXOS", nas pastas relacionadas ao tópico do anexo.
- Para gravar o formulário como rascunho e terminar o preenchimento mais tarde, clique em "GRAVAR" na barra de ferramentas na parte superior esquerda da sua tela.
- Para finalizar o formulário e submetê-lo à AUIN, clique em "LIBERAR PARA PROCESSAMENTO" na barra de ferramentas na parte superior esquerda da sua tela.

Para maiores informações sobre o preenchimento, acesse o tutorial na página da AUIN: <https://auin.unesp.br/comunicacaoinvencao/>

☐ Solicitação Concluída
 ☐ Análise Formal
 ☐ Análise Técnica
 ☐ Preparação para Registro
 ☐ Registro INPI

Modalidade da Comunicação de Invenção

☐ Patente
☒ Programa de Computador
☐ Inovação Social
☐ Outros

Área de Aplicação

Tecnologia da Informação e Comunicação
 Alimentos
 Agricultura e Saúde Animal
 Engenharia e Instrumentação

▲ Dados do Requisitante

Nome Completo

Mario Mollo Neto

Telefone

(14) 99169-4600

Favor preencher com apenas números.
Este campo não aceita caracteres.

E-mail

mario.mollo@unesp.br

Área de Pesquisa

Engenharia de Biosistemas e TICs

16/11/2022 15:54

Alterar Serviço 4196 • 22CI084 - WATER QUALITY MONITOR - FISH FARMING (Faculdade) • Zhenit

Relação de Inventores

Inventores Participantes

Linha*	Nome Completo	CPF	Profissão	Instituição	ORCID	Contribuição	Participação	Endereço Completo	CEP
1	Vinícius Mastelini	230.289.658-01	Professor Universitário	UNIFAI - Centro Universitário de Adamantina	https://orcid.org/0000-0002-1009-4501	Concepção, Modelagem e Codificação do sistema	50%	Avenida Ipiranga, n 350, Jamil de Lima, Adamantina - SP	17800-000
2	Mario Mollo Neto	124.345.428-83	Professor Universitário	UNESP	https://orcid.org/0000-0002-8341-4190	Orientação, Concepção, Revisão e Validação	50%	Rua Desembargador Antônio Rodrigues Porto, 30 - Jardim Morumbi, Tupã/SP	17607-550

Adicionar informações cadastrais de todos os inventores participantes da propriedade intelectual gerada.
 EM CONTRIBUIÇÃO: Descreva a importância da contribuição dada pelo inventor no desenvolvimento da tecnologia.
 EM PARTICIPAÇÃO: Indique em termos percentuais a parcela de participação do inventor na tecnologia.

Programa de Computador

Criação e Divulgação do Programa de Computador

Data de Criação

01/03/2021

Indique a data de criação do programa de computador.

Divulgação

29/08/2022

Indique a data da primeira utilização do Programa de Computador ou de sua colocação à disposição de terceiros.

Caracterização do Programa de Computador

CÓDIGO FONTE - Anexe acima, na seção "Entradas e Saídas", um arquivo editável aberto contendo o código fonte completo do programa de computador desenvolvido.

Histórico de Desenvolvimento

O processo de desenvolvimento teve início em março de 2021, com a aprovação e acesso como aluno regular da Pós-Graduação em Agronegócio e Desenvolvimento na UNESP de Tupã. O desenvolvimento, a pesquisa dos dados e os testes foram realizados em lugar próprio e particular. O ambiente de desenvolvimento integrado utilizado foi o Android Studio, ferramenta de Google, que possibilita a programação e a compilação também para outras plataformas. O código final foi escrito em linguagem de programação Dart e o kit de desenvolvimento de interfaces Flutter.

Relate o histórico do desenvolvimento do programa de computador, incluindo testes realizados e/ou programados.

Descrição Detalhada

Este aplicativo é modelado com a inserção de um algoritmo que utiliza Inteligência Artificial, baseado em lógica Fuzzy com sistema de inferência de Mamdani, bem como, dotado de dados especialistas sobre as principais variáveis que refletem na qualidade da água para criação da espécie de peixe Tilápia-do-Nilo. O aplicativo visa analisar cenários de qualidade da água em tanques-redes, com a inserção manual dos valores de cada variável (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia e transparência), que serão cruzados, retornando à qualidade atual do cenário em que a água se encontra naquele momento (péssima, ruim, boa e ótima). Um repositório (com dados salvos nos próprios dispositivos móveis), armazena e disponibiliza os cenários já inseridos, explicando os valores de cada variável, seus limites e maneiras de adaptação e correção.

Descreva de forma detalhada as funcionalidades e aplicações do programa de computador.

Derivações

O aplicativo desenvolvido não possui e/ou não buscou derivações de nenhum outro sistema.

Indique se o programa de computador consiste de modificações ou derivações de outro programa original. Caso o programa de computador desenvolvido seja uma modificação ou derivação tecnológica de programa original de titularidade de terceiros, nomear o referido programa original.

https://auin.zhenit.com.br/classic/project.asp?action=edit&project=4196

2/5

16/11/2022 15:54

Alterar Serviço 4196 • 22CI084 - WATER QUALITY MONITOR - FISH FARMING (Faculdade) • Zhenit

Linguagens Utilizadas

Dart e Flutter.

Indique ao menos uma linguagem de programação utilizada no desenvolvimento do programa de computador.

Campos de Aplicação

AG10; AG12; BL01; EL01; FQ04; IN02; IF07; IF10; MT01; MT06; MA04.

Indique os campos de aplicação do programa de computador com base na lista determinada pelo INPI, disponível neste link:
[Programas de Computador - Campo de aplicação](#)

Tipos de Programas

GI01; GI06; FA01; FA04; SM01; IA01; IA02; IT02; AT06; UT01; AP01; AP03; TC01.

Indique os tipos do programa de computador com base na lista determinada pelo INPI, disponível neste link:
[Programas de Computador - Tipos de programas](#)

Código Fonte

codigo_fonte.docx ☐ Remover  

Parcerias

Parceiros

Não houve parceria com outras instituições para o desenvolvimento.

Houve o envolvimento/parceria de outra instituição para desenvolvimento da tecnologia? Se sim, informar nome e dados para contato.

Formalização da Parceria

Não existe instrumento legal (contrato ou similar) acordado com nenhuma instituição que defina direitos e deveres em matéria de propriedade intelectual, relativos à tecnologia apresentada.

Existe algum instrumento legal (contrato ou similar) acordado com alguma instituição parceira que defina direitos e deveres em matéria de propriedade intelectual, relativos à tecnologia? O Contrato foi feito via Fundação de Apoio da Universidade?

Fomento

Não foi obtido fomento de nenhuma agência para o desenvolvimento da presente tecnologia.

Existem órgãos de fomento (CAPES, FAPESP, entre outros) ou fundos de apoio envolvidos? Caso afirmativo, indique quais, o número do processo e documentos correspondentes.

Autorizações

Autorizações Prévias

Não houve a necessidade de autorização obtida junto a órgãos da Universidade ou instâncias governamentais, como comitês de ética e órgãos reguladores, para a realização das atividades relacionadas ao desenvolvimento da tecnologia apresentada.

Há autorização obtida junto a órgãos da Universidade ou instâncias governamentais, como comitês de ética e órgãos reguladores, para a realização das atividades relacionadas ao desenvolvimento da tecnologia?

Autorizações Comerciais

A tecnologia desenvolvida não demanda nenhuma autorização legal.

Quais as autorizações legais exigidas para que a tecnologia seja comercializada? Exemplos: autorizações junto à ANVISA, INMETRO, agências reguladoras, entre outros.

Patrimônio Genético

A tecnologia desenvolvida, não envolve o uso de organismo ou parte de organismo proveniente da fauna e/ou da flora brasileira ou advém do uso de conhecimento tradicional de povos da cultura brasileira. Também não houve acesso ao patrimônio genético nacional.

A tecnologia envolve o uso de organismo ou parte de organismo proveniente da fauna e/ou da flora brasileira ou advém do uso de conhecimento tradicional de povos da cultura brasileira? Houve acesso ao patrimônio genético nacional? Caso afirmativo, anexar e numerar o documento comprobatório de cadastro positivo junto ao SISGEN. Acessar maiores informações no site da PROPe-bio:
<https://www2.unesp.br/portal#!/prope/apoio-ao-pesquisador/prope-bio/>

16/11/2022 15:54

Alterar Serviço 4196 • 22CI084 - WATER QUALITY MONITOR - FISH FARMING (Faculdade) • Zhenit

Viabilidade de Comercialização

Intenção do Pesquisador

A intenção dos pesquisadores neste desenvolvimento está focada na ampliação do controle do processo de criação de tilápias em tanques rede de forma a ampliar a qualidade do criatório e ampliar a lucratividade dos piscicultores.

Qual a intenção dos pesquisadores no desenvolvimento dessa tecnologia?

Estágio de Desenvolvimento

O desenvolvimento pode ser caracterizado como finalizado no TRL/MRL 5: Com a capacidade de produzir protótipo do componente do produto, a caminho da finalização do TRL/MRL 6: TRL/MRL 6: Onde a tecnologia desenvolvida já constitui um protótipo totalmente funcional ou modelo representacional, sendo demonstrado em ambiente operacional.

Qual o estágio de desenvolvimento de sua tecnologia, tendo em vista a aplicação comercial visada? Justifique descrevendo os eventos e atividades realizados até o momento.

Continuidade do Desenvolvimento

Pretende-se trabalhar para o avanço do nível de maturidade do projeto, evoluindo do protótipo totalmente funcional (TRL/MRL 6) para o nível TRL/MRL 8: Onde a tecnologia poderá ser testada e qualificada para ambiente real, demonstrando estar pronta para ser implementada junto aos produtores.

Quais as etapas faltantes para o desenvolvimento desta tecnologia, tendo em vista a aplicação comercial visada? É necessário/desejável a participação de alguma outra instituição de pesquisa para este desenvolvimento?

Comparação com Concorrentes

Há um concorrente identificado, o aplicativo e-IQUAS, que foi desenvolvido no âmbito do Núcleo de Software Livre (NUSOL) do Grupo de Pesquisa e Extensão em Informática, Educação e Sociedade - Onda Digital da Universidade Federal da Bahia, e foi disponibilizado na rede mundial de computadores com apoio institucional da superintendência de tecnologia da informação (STI) da mesma universidade. O aplicativo pode ser acessado diretamente no seu endereço web (www.eiquas.ufba.br). Há diferença de objetivo da aplicação, sendo o e-IQUAS focado a identificar a qualidade da água de mananciais superficiais e subterrâneos. Já no caso do app apresentado nesta pesquisa, o WATER QUALITY MONITOR - FISH FARMING tem seu foco na supervisão da qualidade da água em criatórios de Tilápias em tanques rede, de forma a alavancar a qualidade da produção e ampliar os retornos financeiros para os piscicultores.

Compare a presente tecnologia com as soluções comerciais atualmente encontradas no mercado. Especifique qual o diferencial da tecnologia em termos de eficiência, produtividade, custo, qualidade, impacto ambiental, entre outros.

Mercado Alvo

Todos os piscicultores que trabalham com a criação de tilápias em tanques rede, seja no país ou no exterior.

Quais os potenciais mercados consumidores (usuários diretos) da tecnologia? Em quais países ou regiões estão localizados?

Análises de Mercado

Não foi realizada, ainda, análise de mercado da tecnologia

Foi realizada a análise de mercado da tecnologia (custos, possível retorno, valor da tecnologia etc.)?

Parceiros Interessados

A demanda para a criação deste sistema partiu de uma reunião com a associação de piscicultura do estado de São Paulo que tem interesse em aprimorar as potencialidades de seus associados. Não foram identificadas até o momento outras empresas interessadas na tecnologia.

Existem instituições (empresas privadas, governo ou terceiro setor) já interessadas na tecnologia?

Parceiros em Potencial

Ainda não foram identificados parceiros em potencial.

Quais parceiros (empresas privadas, governo ou terceiro setor) teriam interesse em colaborar no desenvolvimento da tecnologia (da escala laboratorial para industrial)?

Investimento Realizado

R\$ 15.000,00 (Cinco mil Reais) em recursos próprios para aquisição dos equipamentos, configuração de ambiente de desenvolvimento e diárias.

Especifique o investimento total realizado no desenvolvimento da tecnologia até o momento.

Disponibilidade do Pesquisador

Há disponibilidade a ser definida com a anuência da universidade considerando o regime RDIDP de um dos pesquisadores.

Qual a disponibilidade do grupo de pesquisa para participar do processo de transferência de conhecimento junto a possíveis instituições interessadas na exploração da tecnologia?

16/11/2022 15:54

Alterar Serviço 4196 • 22CI084 - WATER QUALITY MONITOR - FISH FARMING (Faculdade) • Zhenit

Empreendedorismo

Até o momento não há este interesse de montar uma empresa para explorar comercialmente essa tecnologia.

Existe interesse de algum dos criadores em montar uma empresa para explorar comercialmente essa tecnologia?

Inovação Social

O presente desenvolvimento não constitui tecnologia social, pois, demanda o investimento em um registro do Software e é de aplicabilidade mais complexa.

A tecnologia apresenta algum tipo de impacto social? Acessar maiores informações sobre Inovação Social no site da AUIN:

<https://auin.unesp.br/inovacaosocial/> 

📁 Documentos



ID	Nome	Marcadores	Tamanho	Gravado em	Gravado por
26235	codigo_fonte.docx		60,88 KB	16/11/2022 14:38	Mario Mollo Neto
26236	telas_app.docx		227,53 KB	16/11/2022 15:56	Mario Mollo Neto

Linhas: 1 - 2 / 2

Incluído por Mario Mollo Neto em 10/11/2022 09:20

Gravado por Mario Mollo Neto em 16/11/2022 14:41

3 DISCUSSÃO GERAL DOS RESULTADOS

Após a conclusão dos quatro capítulos que compõem a dissertação foi possível obter uma visão mais abrangente sobre o papel que cada um dos artigos gerados teve dentro do contexto visado inicialmente.

Os resultados e considerações finais de cada um dos capítulos permitiu um conhecimento mais aprofundado sobre o estado da arte do tema, com a revisão sistemática da literatura do CAPÍTULO I, onde foi possível conhecer das muitas existentes, as principais variáveis ambiente e seus respectivos valores, que contribuem para melhor qualidade da água; ajudou a entender a forma de organização desta cadeia produtiva no Estado de São Paulo, com o CAPÍTULO II, que mostrou a existência de uma associação, mas que ainda possui espaço para melhorias para sua evolução; permitiu, com posse de informações relevantes sobre as variáveis que refletem na qualidade positiva e negativa da água, a construção de um algoritmo de inteligência artificial *Fuzzy*, no CAPÍTULO III, gerando a base para a modelagem, a codificação e a validação do aplicativo especialista “*Water Quality Monitor*”, no CAPÍTULO IV, o que culminou na solicitação de registro do APP junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Durante a realização da pesquisa alguns eventuais pontos dificultaram a obtenção de dados, como por exemplo, os questionários enviados à associação e seus associados (que solicitaram o não compartilhamento de nomes e/ou marcas); a elevada quantidade de variáveis que contribuem positivamente e negativamente na qualidade da água (o que necessitou um análise mais profunda à fim de se identificar as principais) e por fim o desenvolvimento do aplicativo especialista, não pelo fato de sua codificação, mas sim por questões estéticas de *interface* e interação, que necessitou se adequar a usabilidade de usuários talvez não tão acostumados com este tipo de tecnologia.

A experiência final com a realização da pesquisa para o mestrado foi exponencial, tanto pessoal quanto profissional. O ganho de conhecimento obtido após todas as etapas mostrou que não há limites para o conhecimento e que, nunca é possível conhecer tudo sobre determinado assunto, mas sempre é possível aprender um pouco mais sobre ele.

A pesquisa pode, ainda, contribuir diretamente com a sociedade, pois atende a Agenda 2030 da ONU, refletindo diretamente sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, mais especificamente sobre os ODS 2: Fome Zero e Agricultura Sustentável e 14: Vida na Água.

4 CONCLUSÕES FINAIS

De fácil utilização, com *interfaces* amigáveis e uma boa interação, o aplicativo especialista “*Water Quality Monitor*” se demonstrou uma ferramenta funcional, entregando informações relevantes e de qualidade para seus usuários, sobre análises de cenários da qualidade da água para piscicultura e detalhes individuais de cada uma das variáveis que a aplicação considera. Tudo isso, sem a necessidade de um hardware robusto e/ou com acesso à internet, e com a possibilidade da mobilidade.

Contribuindo com a identificação e descrevendo as características das variáveis que refletem na qualidade da água para a criação de tilápias-do-Nilo, não só quanto a valores positivos, mas também de alerta, a revisão sistemática da literatura (CAPÍTULO I), também colaborou com informações e detalhes sobre a estrutura básica e diferencial entre os métodos de criação em tanque-rede e tanques escavados.

Munido de dados e informações oriundas da revisão sistemática da literatura, foi possível a aplicação de métodos matemáticos, como a lógica *Fuzzy* e o sistema de inferência de *Mamdani* na ferramenta *MatLab*, recebendo os valores das variáveis de entrada e aplicando-se regras a estas, que por fim, entregaram valores descritivos de variáveis de saída, possibilitando a leitura do cenário de qualidade da água daquela análise. Criando assim, como resultado, o algoritmo que foi embarcado no aplicativo especialista desenvolvido, “*Water Quality Monitor*”.

Conclui-se que a pesquisa conseguiu atingir, comprovadamente, todos os objetivos inicialmente definidos, o principal: desenvolvimento de um sistema especialista capaz de realizar análise da qualidade da água utilizando sistemas matemáticos; e os específicos: coletar indicadores que refletem na qualidade da água para a criação de tilápias-do-Nilo em método de criação tanque-rede e aplicar a elas os princípios da lógica *Fuzzy* e do sistema de inferência de *Mamdani*.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA R. A. S. **Índice de qualidade de uso da água subterrânea (e- IQUAS): uma metodologia de modelagem numérica flexível**. Tese (Doutorado) Centro Int Energia e Ambiente (CIEnAm) Federal da Bahia. Salvador, 2012. 334 f.
- ARANA L.V. **Aqüicultura e Desenvolvimento Sustentável**. Editora UFSC. 1999, 310p.
- AYROZA, L. M. S. **Criação de Tilápia-do-Nilo, *Oreochromis Niloticus*, em Tanques-Rede, na Usina Hidrelétrica de Chaventes, Rio Paranapanema, SP/PR**. Universidade Estadual Paulista Centro de Aquicultura da UNESP Câmpus de Jaboticabal, 2009.
- BASSANEZI, R. C. Ferreira JR., W. C. **Equações Diferenciais com aplicações**. Editora HarbraLtda., São Paulo, 1988
- BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas**. Editora Vozes, 1973, Petrópolis
- BEVERIDGE, M.C.M. **Cage Culture**. 1ª ed. England: Fishing News Books Ltd, Surrey, England, 1987, 351p.
- BHATNAGAR, A; DEVI, P. Water quality guidelines for the management of pond fish culture. **International Journal of Environmental Sciences**, 2013. 1980-2009p.
- BORGATTI, S. P. (Ed.). **Contemporary perspectives on organizational social networks**. Bingley, Reino Unido: Emerald Group Publishing Limited, 2014. p. 1-29.
- BORGATTI, S. P.; FOSTER, P. C. The network paradigm in organizational research: a review and typology. **Journal of Management**, v. 29, n. 6, p. 991-1013, Dec. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0149-2063\(03\)00087-4](https://doi.org/10.1016/S0149-2063(03)00087-4). Acesso em: 11 Mai. 2021.
- BORGHETTI, J. R.; CANZI, C. The effect of water temperature and feeding rate on the growth rate of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) raised in cages. **Aquaculture**, The Netherlands, 114: 93-101.1993.
- BOYD, C.E.; TUCKER, C.S.; VIRIYATUM, R. Interpretation of pH, acidity, and alkalinity in aquaculture and fisheries. **North American Journal of Aquaculture**, 2011. 403-408 p.
- BOYD, C.; TUCKER, C. **Handbook for aquaculture water quality**. C.E. Boyd & Assoc. Incorporated, 2015.
- CAMPO, L.F.C. **LA TILAPIA ROJA: Una evolucion de 26 años, de la incertidumbre al exito**. México, 2008. 147p.
- CARVALHO, E.D. **Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas**. Relatório Científico (FAPESP). Botucatu, SP. 2006. 46p.
- CASTAGNOLLI, N. **Criação de peixes de água doce**. Jaboticabal: FUNEP. 1992.189p.

CASTAGNOLLI, N. **Aqüicultura para o ano 2000**. Brasília: CNPq, 1996. 95p.

CETESB. **Oxigênio Dissolvido**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/mortandade-peixes/alteracoes-fisicas-e-quimicas/oxigenio-dissolvido/>. Acesso em: 09/11/2022.

CODEVASF. **Manual de Criação de Peixes em Tanques-Rede**. Ministério do Desenvolvimento Regional. 3º ed. Brasília – DF, 2019.

COLEÇÃO SENAR 208. **Piscicultura: Criação de Tilápias em Tanques-Rede**. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Brasília – DF, 2018.

COLT, J.; MONTGOMERY, J.M. Aquaculture production systems. **Journal of Animal Science**, EUA, v. 69, p. 4183- 4192, 1991.

CSÁBRÁGI, A.; MOLNÁR, S.; TANOS, P.; KOVÁCS, J.; MOLNÁR, M.; SZABÓ, I. I.G. Hatvani. **Estimation of dissolved oxygen in riverine ecosystems: Comparison of differently optimized neural networks**. Ecological Engineering, 2019. 298-309p.

CURSO CPT. **Criação de peixes: medição e controle da água em viveiros**. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/artigos/criacao-de-peixes-medicao-e-controle-da-agua-em-viveiros>. Acesso em: 09/11/2022.

CURY, A. **Organização e métodos: uma visão holística**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CYRINO, J.E.; CONTE, L.; Tilapicultura em Gaiolas: produção e economia. In: José Eurico Possebon Cyrino e Elisabeth Criscuolo Urbinati (Eds.). AquaCiência 2004: **Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aqüicultura**. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aqüicultura e Biologia Aquática, cap.12, p.151-171, 2006.

DAFT, R. L. **Organizações: teoria e projetos**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

DEVMEDIA. **Primeiros passos com a google dart**. Disponível em: <https://www.devmedia.com.br/primeiros-passos-com-a-google-dart/32954>. Acessado em: 12/01/2023.

EL-SAYED, A.- F.M. Intensive Culture. In: Abdel-Fattah M. El-Sayed (Ed.) **Tilapia Culture**, London, Cap.5, p.70-94, 2006.

EMATER-DF. **Criação de Tilápias. Governo do Distrito Federal**. 2º ed. Brasília – DF, 2009.

FONSECA, ANA RACHEL. ALENCAR, MARIA SIMONE de MENEZES. **O uso de aplicativos de saúde para dispositivos móveis como fontes de informação e educação em saúde**. XIX Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias – SNBU. 2016.

FURLANETO, F. P. B.; AYROZA, D. M. M. R.; AYROZA, L. M. S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis sp.*) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/05. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n.3, p.63-69, 2006.

GARCIA, C.A.B.; SANTOS, G.P.; GARCIA, H.L. Análise dos parâmetros físico-químicos dos viveiros de camarão na grande Aracaju-Sergipe. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, 2009. 209-225p.

GODFREY, M. M.; MELIN, C. N. Clinical microsystems, Part 3. Transformation of two hospitals using microsystem, mesosystem, and macrosystem strategies. **The Joint Commission Journal on Quality and Safety**, v. 34, n. 10, p. 591-603, Out. 2008. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1553-7250\(08\)34074-4](https://doi.org/10.1016/S1553-7250(08)34074-4). Acesso em: 10 Mai. 2021.

GODOY, A.; CORRÊIA, A.F.; BOSCOLO, W.R.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A.; OLIVEIRA, J.D. A. Feiden. Water quality in a reservoir used for fish farming in cages in winter and summer periods. **Water, Air, & Soil Pollution**, 2018.

GONZÁLEZ, C.E.; QUEVEDO, E.T. **Cultivo de las tilápias roja (*Oreochromis spp.*) y plateada (*Oreochromis niloticus*)**, cap.XIII. p. 283-299. GOMEZ, H.R.; DAZA, P.V.;

GRANDORI, A.; SODA, G. Inter-firm networks: antecedents, mechanisms and forms. **Organization studies**, v. 16, n. 2, p. 183-214, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1177/017084069501600201>. Acesso em: 11 Mai. 2021.

HUGHES, S.G. All-vegetable protein feeds. **Feed International**, v.14, p.55-60, 1993.

IOPSCIENCE. **A Freights Status Management System Based on Dart and Flutter Programming Language**. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1530/1/012020/pdf/>. Acessado em: 02/10/2020.

IPEA. **Evolução da Piscicultura no Brasil: Diagnóstico e Desenvolvimento da Cadeia Produtiva de Tilápia**. Rio de Janeiro, 2017.

KRUCHTEN, P. **The Rational Unified Process – An Introduction**. AddisonWesley 2a edição. 2000.

KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**. 1ª ed. Jundiá: Fernando Kubitza, 2000. 289p.

LEE, C.C (1990). Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller, part I and II. **IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics**, vol. 20, pp 404-435.

LEIRA, M.H.; CUNHA, L.T.; BRAZ, M.S.; MELO, C.C.V.; BOTELHO, H.A.; REGHIM, L.S. Water quality and its use fish farms. **Pubvet**, 2017. 11-17p.

LÜDKE, M., & ANDRE, M. E. D. A. **Pesquisas em educação: uma abordagem Qualitativa**. E.P.U, 2013.

MATA, D.A.D.; SOUZA, T.; GOMES, C.M.; ANDRADE, R.A.D.; APOLINÁRIO, M.D.O. **Agropecuária em foco: Limnologia e sua correlação com a produtividade da tilápia *oreochromis niloticus***. AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO, 2018.

MASTELINI, V.; MOLLO NETO, M. Indicadores de qualidade da água para criação de tilápias-do-Nilo em tanque-rede: uma revisão das práticas de análises de criação (2010 – 2021). **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218, [S. l.], v. 3, n. 12, p. e3122363, 2022. DOI: 10.47820/recima21.v3i12.2363. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/2363>. Acesso em: 18 jan. 2023.

MENDES, RAQUEL DIAS. Inteligência Artificial: Sistemas Especialistas no Gerenciamento da Informação. **Ci. Inf.** vol. 26 no. 1, Brasília, 1997.

MOLLO NETO, M. et al. Análise de redes para prospecção de indicadores da produção de biodiesel no BRASIL. **Energia na Agricultura**, v. 29, n. 4, p. 306–316, 19 dez. 2014.

MORGAN, G. **Imagens da organização**. São Paulo: Atlas, 1996.

NASCIMENTO, C. S. D. PANDORA - **Uma Ferramenta para Visualização Incremental e Análise de Redes Sociais Acadêmicas**. 2013. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação (mestrado) Programa de Pós-Graduação em Computação - Porto Alegre, 2013.

NETO, PEDRO M. de C. **Estudo do Uso de Dispositivos Móveis Pessoais em Ambiente Corporativo no Âmbito da Segurança da Informação**. Universidade do Sul de Santa Catarina, 2010.

NEU, D.H.; BOSCOLO, W.R.; DIEMER, O.; CAMARGO, D.J.; WÄCHTER, N. A. Feiden. Qualidade da água em um reservatório neotropical associado à criação de peixes em tanques rede: Reservatório de itaipu. **Agrarian**, 2014. 139-146p.

NILSON, NEILS S. **Principles of Artificial Intelligence**. Springer Verlag, Berlin, 1982.

OLIVEIRA, PEREIRA CAIO. **Desenvolvimento de ferramenta para coleta de dados em pesquisas quantitativas utilizando dispositivos móveis**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.

ONO, E. A.; KUBITZA, F. **Cultivo de peixes em tanques-rede**. 3ªed. Jundiaí: Eduardo A. Ono, 2003. 112p.

PEREIRA, A. S., SHITSUKA, D. M., PARREIRA, F. J., & SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica**. UFSM. 2018.

PORTO, FABIANO. **Aplicativos mobile: definições, história e previsões**. Disponível em: <http://tectriadebrasil.com.br/blog/mercado-de-midias-sociais-blog/aplicativosmobile-definicoes-historia-e-previsoes/>. Acessado em: 02/10/2020.

PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA, 1994.196p.

RIVERA, M. T.; SODERSTROM, S. B.; UZZI, B. Dynamics of dyads in social networks: assortative, relational, and proximity mechanisms. **Annual Review of Sociology**, v. 36, p. 91-115, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.34.040507.134743>. Acesso em: 10 Mai. 2021.

RUMBAUGH, J.; JACOBSON, J.; BOOCH, G. **The unified modeling language reference manual**. Addison Wesley, 2nd edition, 2004.

SADAVARE, A. B.; KULKARNI, D. R. V. A Review of Application of Graph Theory for Network. **International Journal of Computer Science and Information Technologies**, v. 3, p. 5296–5300, 2012.

SCOTT, J. Software Review : A Toolkit for Social Network Analysis. **Acta Sociologica**, v. 39, n. 2, p. 211–216, abr. 1996.

SCHMITTOU, H.R. **Produção de peixes em alta densidade em tanques-rede de pequeno volume**. Tradução de Eduardo Ono. ASA - Associação Americana de Soja. Editado por Silvio Romero Coelho, Mogiana Alimentos S.A., 1995, 78p.

SEAFOOD Brasil. **Mesmo em pandemia, piscicultura brasileira cresce 5,93% em 2020**. Disponível em: <https://www.seafoodbrasil.com.br/mesmo-em-pandemia-piscicultura-brasileira-cresce-593-em-2020>.

SILBERSCHATZ, A., KORTH, H. and SUDARSHAN S., **Database system concepts**, Sixth Edition, McGraw Hill Book Co., 2010.

SILVA, A.L.N. da; SIQUEIRA, A. T. **Piscicultura em tanques-rede: princípios básicos**. Recife: SUDENE:UFRPE- Imprensa Universitária, 1997, 72p.

SODRÉ, ULYSSES. **Modelos Matemáticos**. UEL, Londrina/PR, 2007.

SODERBERG, R. **Aquaculture technology: Flowing water and static water fish culture**. CRC Press. 2017.

SOUSA, R.G.C.; ROCHA, M.M.; Pontuschka, R.B.; Barreiros, H.T. Effects of mechanical aeration on tambaqui farming (*Colossoma macropomum*) in excavated tanks. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, 2018. 113-119p.

STRAŠKRABRA, M.; TUNDISI, J. **Gerenciamento da qualidade da água de represas: Diretrizes para gerenciamento de lagos**. 2013.

SOUZA, OSMAR do NASCIMENTO. **Introdução à Teoria dos Conjuntos Fuzzy**. Universidade Estadual de Londrina - Centro de Ciências Exatas - Departamento de Matemática, Londrina/PR, 2010.

ZADEH, L. Fuzzy Logic - **IEEE Computer**, April, pp. 83-92. 1988.

ZANIBONI FILHO, E. Piscicultura das espécies exóticas de água doce. In: POLI, C.R.; POLI, A. T. B.; ANDREOATA, E. R.; BELTRAME, E. (Org). **Aqüicultura, Experiências Brasileiras**. 1. ed. Florianópolis: Multitarefa, 2004. 456p.

ZANIBONI FILHO, E.; NUÑER, A.P.O.; GUERESCHI, R. M.; HERMES-SILVA, S. Cultivo de peixes em tanques-rede e impactos ambientais. In: **Seminário Cultivo de Peixes em Tanques-rede: Desafios e oportunidades para um desenvolvimento sustentável**, 2005, Belo Horizonte, MG. Cultivo de peixes em tanques-rede. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, v. único. p.57-80, 2005.

ZIMMERMANN, S.; FITZSIMMONS, K. Tilapicultura intensiva. In: José Eurico Posseibon Cyrino, Elisabeth Criscuolo Urbinati, Débora Machado Fracalosi, Newton Castagnolli (Editores), **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**, São Paulo: TecArt, Cap.9, p. 239-266, 2004.

WIKIHOW. **Como Ajustar o pH da Água**. Disponível em: <https://pt.wikihow.com/Ajustar-o-pH-da-%C3%81gua#:~:text=Caso%20seja%20necess%C3%A1rio%20reduzir%20a,%C3%A1cida%20como%20suco%20de%20lim%C3%A3o>. Acesso em: 09/11/2022.

APÊNDICES

Nesta seção estão disponíveis os apêndices gerados no desenvolvimento da dissertação.

Apêndice I: Questionário associação - CAPÍTULO II - Análise das redes sociais entre piscicultores de tilápia em tanques-rede no estado de São Paulo.

08/08/2022 15:24

Questionário Associação - Projeto UNESP

Questionário Associação - Projeto UNESP

Formulário para coleta de dados referentes a produtores de Tilápias em Tanque-Rede.
Projeto UNESP Tupã/SP.

***Obrigatório**

1. E-mail *

2. A Associação "... " abrange todo o estado de São Paulo?

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

08/08/2022 15:24

Questionário Associação - Projeto UNESP

3. Dos Associados, quais são produtores de Tilápia em Tanque-Rede?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E
- ☐ F
- ☐ G
- ☐ H
- ☐ I
- ☐ J
- ☐ K
- ☐ L
- ☐ M
- ☐ N
- ☐ O
- ☐ P
- ☐ Q
- ☐ R
- ☐ S
- ☐ T
- ☐ U
- ☐ V
- ☐ X
- ☐ Z
- ☐ Y
- ☐ W
- ☐ A2
- ☐ B2
- ☐ C2
- ☐ D2
- ☐ E2
- ☐ F2
- ☐ G2

As questões abaixo referem-se aos associados que se enquadram na característica de produtores de Tilápias em Tanque-Rede.

08/08/2022 15:24

Questionário Associação - Projeto UNESP

4. Qual o nível mensal de contato entre a Associação e seus Associados?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Alto
- ☐ Médio
- ☐ Baixo
- ☐ Não há contato

5. A Associação atua no relacionamento entre produtores e fornecedores (rações, medicamentos, alevinos)?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

6. A Associação atua no relacionamento entre produtores e consumidores (distribuidores, varejo, consumidor final)?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

7. Quando possível, a Associação oferece cursos e/ou treinamentos sobre produção/criação aos associados?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

<https://docs.google.com/forms/d/1Q-Ww20EVBUvDcTixWm1QSyRMwPI7vTofodzFOtW89A0/edit>

3/4

Apêndice II: Questionário associados - CAPÍTULO II - Análise das redes sociais entre piscicultores de tilápia em tanques-rede no estado de São Paulo.

08/08/2022 15:27

Questionário Associados - Projeto UNESP

Questionário Associados - Projeto UNESP

Formulário para coleta de dados referentes a produtores de Tilápias em Tanque-Rede.
Projeto UNESP Tupã/SP.

***Obrigatório**

1. E-mail *

2. Nome da Piscicultura: *

3. Nome do Responsável: *

4. Qual o nível mensal de contato entre a sua Piscicultura e a Associação "..."? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Alto
- ☐ Médio
- ☐ Baixo
- ☐ Não há contato

08/08/2022 15:27

Questionário Associados - Projeto UNESP

5. Dentre os Associados abaixo relacionados (que fazem parte da Associação PEIXESP), existe algum tipo de contato (informações sobre rações, medicamentos, troca de experiências, etc), entre a sua Piscicultura e eles? Se sim, por favor, marque-os.

Marque todas que se aplicam.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E
- ☐ F
- ☐ G
- ☐ H
- ☐ I
- ☐ J
- ☐ K
- ☐ L
- ☐ M
- ☐ N
- ☐ O
- ☐ P
- ☐ Q
- ☐ R
- ☐ S
- ☐ T
- ☐ U
- ☐ V
- ☐ X
- ☐ Z
- ☐ Y
- ☐ W
- ☐ A2
- ☐ B2
- ☐ C2
- ☐ D2
- ☐ E2
- ☐ F2
- ☐ G2

08/08/2022 15:27

Questionário Associados - Projeto UNESP

6. Levando em consideração a resposta da questão anterior. Qual o nível mensal de contato entre a sua Piscicultura e os Associados marcados? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Alto
- ☐ Médio
- ☐ Baixo
- ☐ Não há contato

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Apêndice III: Relatório gerado pelo algoritmo “cenários possíveis”, relacionamento variáveis e status –
CAPÍTULO III - *Control and management of water quality for nile tilapia fish in net tanks based on fuzzy modeling.*

Temperatura		Oxigênio		pH		Amônia		Transparência		Cenários
101	Letal	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Letal Letal Letal1 Alerta Alta
101	Letal	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Letal Letal Letal1 Alerta Média
101	Letal	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Letal Letal Letal1 Alerta Baixa
101	Letal	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Letal Letal Letal1 Ideal Alta
101	Letal	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Letal Letal Letal1 Ideal Média
101	Letal	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Letal Letal Letal1 Ideal Baixa
101	Letal	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Letal Letal Letal1 Letal Alta
101	Letal	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Letal Letal Letal1 Letal Média
101	Letal	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Letal Letal Letal1 Letal Baixa
101	Letal	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Letal Letal Alerta Alerta Alta
101	Letal	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Letal Letal Alerta Alerta Média
101	Letal	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Letal Letal Alerta Alerta Baixa
101	Letal	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Letal Letal Alerta Ideal Alta
101	Letal	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Letal Letal Alerta Ideal Média
101	Letal	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Letal Letal Alerta Ideal Baixa
101	Letal	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Letal Letal Alerta Letal Alta
101	Letal	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Letal Letal Alerta Letal Média
101	Letal	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Letal Letal Alerta Letal Baixa
101	Letal	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Letal Letal Ideal Alerta Alta
101	Letal	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Letal Letal Ideal Alerta Média
101	Letal	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Letal Letal Ideal Alerta Baixa
101	Letal	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Letal Letal Ideal Ideal Alta
101	Letal	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Letal Letal Ideal Ideal Média
101	Letal	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Letal Letal Ideal Ideal Baixa
101	Letal	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Letal Letal Ideal Letal Alta
101	Letal	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Letal Letal Ideal Letal Média
101	Letal	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Letal Letal Ideal Letal Baixa
101	Letal	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Letal Letal Letal2 Alerta Alta
101	Letal	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Letal Letal Letal2 Alerta Média
101	Letal	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Letal Letal Letal2 Alerta Baixa
101	Letal	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Letal Letal Letal2 Ideal Alta
101	Letal	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Letal Letal Letal2 Ideal Média
101	Letal	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Letal Letal Letal2 Ideal Baixa
101	Letal	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Letal Letal Letal2 Letal Alta
101	Letal	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Letal Letal Letal2 Letal Média
101	Letal	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Letal Letal Letal2 Letal Baixa
101	Letal	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Letal Ideal Letal1 Alerta Alta
101	Letal	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Letal Ideal Letal1 Alerta Média

101	Letal	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Letal Ideal Letal1 Alerta Baixa
101	Letal	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Letal Ideal Letal1 Ideal Alta
101	Letal	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Letal Ideal Letal1 Ideal Média
101	Letal	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Letal Ideal Letal1 Ideal Baixa
101	Letal	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Letal Ideal Letal1 Letal Alta
101	Letal	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Letal Ideal Letal1 Letal Média
101	Letal	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Letal Ideal Letal1 Letal Baixa
101	Letal	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Letal Ideal Alerta Alerta Alta
101	Letal	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Letal Ideal Alerta Alerta Média
101	Letal	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Letal Ideal Alerta Alerta Baixa
101	Letal	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Letal Ideal Alerta Ideal Alta
101	Letal	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Letal Ideal Alerta Ideal Média
101	Letal	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Letal Ideal Alerta Ideal Baixa
101	Letal	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Letal Ideal Alerta Letal Alta
101	Letal	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Letal Ideal Alerta Letal Média
101	Letal	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Letal Ideal Alerta Letal Baixa
101	Letal	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Letal Ideal Ideal Alerta Alta
101	Letal	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Letal Ideal Ideal Alerta Média
101	Letal	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Letal Ideal Ideal Alerta Baixa
101	Letal	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Letal Ideal Ideal Ideal Alta
101	Letal	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Letal Ideal Ideal Ideal Média
101	Letal	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Letal Ideal Ideal Ideal Baixa
101	Letal	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Letal Ideal Ideal Letal Alta
101	Letal	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Letal Ideal Ideal Letal Média
101	Letal	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Letal Ideal Ideal Letal Baixa
101	Letal	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Letal Ideal Letal2 Alerta Alta
101	Letal	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Letal Ideal Letal2 Alerta Média
101	Letal	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Letal Ideal Letal2 Alerta Baixa
101	Letal	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Letal Ideal Letal2 Ideal Alta
101	Letal	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Letal Ideal Letal2 Ideal Média
101	Letal	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Letal Ideal Letal2 Ideal Baixa
101	Letal	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Letal Ideal Letal2 Letal Alta
101	Letal	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Letal Ideal Letal2 Letal Média
101	Letal	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Letal Ideal Letal2 Letal Baixa
101	Letal	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Letal Alerta Letal1 Alerta Alta
101	Letal	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Letal Alerta Letal1 Alerta Média
101	Letal	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Letal Alerta Letal1 Alerta Baixa
101	Letal	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Letal Alerta Letal1 Ideal Alta
101	Letal	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Letal Alerta Letal1 Ideal Média
101	Letal	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Letal Alerta Letal1 Ideal Baixa
101	Letal	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Letal Alerta Letal1 Letal Alta
101	Letal	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Letal Alerta Letal1 Letal Média
101	Letal	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Letal Alerta Letal1 Letal Baixa
101	Letal	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Letal Alerta Alerta Alerta Alta
101	Letal	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Letal Alerta Alerta Alerta Média

101	Letal	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Letal Alerta Alerta Alerta Baixa
101	Letal	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Letal Alerta Alerta Ideal Alta
101	Letal	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Letal Alerta Alerta Ideal Média
101	Letal	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Letal Alerta Alerta Ideal Baixa
101	Letal	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Letal Alerta Alerta Letal Alta
101	Letal	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Letal Alerta Alerta Letal Média
101	Letal	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Letal Alerta Alerta Letal Baixa
101	Letal	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Letal Alerta Ideal Alerta Alta
101	Letal	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Letal Alerta Ideal Alerta Média
101	Letal	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Letal Alerta Ideal Alerta Baixa
101	Letal	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Letal Alerta Ideal Ideal Alta
101	Letal	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Letal Alerta Ideal Ideal Média
101	Letal	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Letal Alerta Ideal Ideal Baixa
101	Letal	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Letal Alerta Ideal Letal Alta
101	Letal	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Letal Alerta Ideal Letal Média
101	Letal	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Letal Alerta Ideal Letal Baixa
101	Letal	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Letal Alerta Letal2 Alerta Alta
101	Letal	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Letal Alerta Letal2 Alerta Média
101	Letal	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Letal Alerta Letal2 Alerta Baixa
101	Letal	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Letal Alerta Letal2 Ideal Alta
101	Letal	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Letal Alerta Letal2 Ideal Média
101	Letal	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Letal Alerta Letal2 Ideal Baixa
101	Letal	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Letal Alerta Letal2 Letal Alta
101	Letal	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Letal Alerta Letal2 Letal Média
101	Letal	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Letal Alerta Letal2 Letal Baixa
102	Alerta1	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Letal Letal1 Alerta Alta
102	Alerta1	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Letal Letal1 Alerta Média
102	Alerta1	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Letal Letal1 Alerta Baixa
102	Alerta1	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Letal Letal1 Ideal Alta
102	Alerta1	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Letal Letal1 Ideal Média
102	Alerta1	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Letal Letal1 Ideal Baixa
102	Alerta1	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Letal Letal1 Letal Alta
102	Alerta1	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Alerta1 Letal Letal1 Letal Média
102	Alerta1	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Letal Letal1 Letal Baixa
102	Alerta1	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Letal Alerta Alerta Alta
102	Alerta1	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Letal Alerta Alerta Média
102	Alerta1	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Letal Alerta Alerta Baixa
102	Alerta1	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Letal Alerta Ideal Alta
102	Alerta1	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Letal Alerta Ideal Média
102	Alerta1	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Letal Alerta Ideal Baixa
102	Alerta1	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Letal Alerta Letal Alta
102	Alerta1	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Alerta1 Letal Alerta Letal Média
102	Alerta1	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Letal Alerta Letal Baixa
102	Alerta1	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Letal Ideal Alerta Alta
102	Alerta1	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Letal Ideal Alerta Média

102	Alerta1	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Letal Ideal Alerta Baixa
102	Alerta1	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Letal Ideal Ideal Alta
102	Alerta1	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Letal Ideal Ideal Média
102	Alerta1	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Letal Ideal Ideal Baixa
102	Alerta1	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Letal Ideal Letal Alta
102	Alerta1	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Alerta1 Letal Ideal Letal Média
102	Alerta1	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Letal Ideal Letal Baixa
102	Alerta1	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Letal Letal2 Alerta Alta
102	Alerta1	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Letal Letal2 Alerta Média
102	Alerta1	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Letal Letal2 Alerta Baixa
102	Alerta1	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Letal Letal2 Ideal Alta
102	Alerta1	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Letal Letal2 Ideal Média
102	Alerta1	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Letal Letal2 Ideal Baixa
102	Alerta1	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Letal Letal2 Letal Alta
102	Alerta1	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Alerta1 Letal Letal2 Letal Média
102	Alerta1	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Letal Letal2 Letal Baixa
102	Alerta1	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Ideal Letal1 Alerta Alta
102	Alerta1	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Ideal Letal1 Alerta Média
102	Alerta1	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Ideal Letal1 Alerta Baixa
102	Alerta1	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Ideal Letal1 Ideal Alta
102	Alerta1	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Ideal Letal1 Ideal Média
102	Alerta1	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Ideal Letal1 Ideal Baixa
102	Alerta1	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Ideal Letal1 Letal Alta
102	Alerta1	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Alerta1 Ideal Letal1 Letal Média
102	Alerta1	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Ideal Letal1 Letal Baixa
102	Alerta1	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Ideal Alerta Alerta Alta
102	Alerta1	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Ideal Alerta Alerta Média
102	Alerta1	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Ideal Alerta Alerta Baixa
102	Alerta1	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Ideal Alerta Ideal Alta
102	Alerta1	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Ideal Alerta Ideal Média
102	Alerta1	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Ideal Alerta Ideal Baixa
102	Alerta1	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Ideal Alerta Letal Alta
102	Alerta1	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Alerta1 Ideal Alerta Letal Média
102	Alerta1	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Ideal Alerta Letal Baixa
102	Alerta1	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Ideal Ideal Alerta Alta
102	Alerta1	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Ideal Ideal Alerta Média
102	Alerta1	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Ideal Ideal Alerta Baixa
102	Alerta1	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Ideal Ideal Ideal Alta
102	Alerta1	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Ideal Ideal Ideal Média
102	Alerta1	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Ideal Ideal Ideal Baixa
102	Alerta1	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Ideal Ideal Letal Alta
102	Alerta1	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Alerta1 Ideal Ideal Letal Média
102	Alerta1	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Ideal Ideal Letal Baixa
102	Alerta1	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Ideal Letal2 Alerta Alta
102	Alerta1	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Ideal Letal2 Alerta Média
102	Alerta1	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Ideal Letal2 Alerta Baixa

102	Alerta1	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Ideal Letal2 Ideal Alta
102	Alerta1	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Ideal Letal2 Ideal Média
102	Alerta1	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Ideal Letal2 Ideal Baixa
102	Alerta1	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Ideal Letal2 Letal Alta
102	Alerta1	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Alerta1 Ideal Letal2 Letal Média
102	Alerta1	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Ideal Letal2 Letal Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Alerta Letal1 Alerta Alta
102	Alerta1	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Alerta Letal1 Alerta Média
102	Alerta1	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Alerta Letal1 Alerta Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Alerta Letal1 Ideal Alta
102	Alerta1	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Alerta Letal1 Ideal Média
102	Alerta1	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Alerta Letal1 Ideal Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Alerta Letal1 Letal Alta
102	Alerta1	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Alerta1 Alerta Letal1 Letal Média
102	Alerta1	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Alerta Letal1 Letal Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Alerta Alerta Alerta Alta
102	Alerta1	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Alerta Alerta Alerta Média
102	Alerta1	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Alerta Alerta Alerta Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Alerta Alerta Ideal Alta
102	Alerta1	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Alerta Alerta Ideal Média
102	Alerta1	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Alerta Alerta Ideal Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Alerta Alerta Letal Alta
102	Alerta1	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Alerta1 Alerta Alerta Letal Média
102	Alerta1	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Alerta Alerta Letal Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Alerta Ideal Alerta Alta
102	Alerta1	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Alerta Ideal Alerta Média
102	Alerta1	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Alerta Ideal Alerta Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Alerta Ideal Ideal Alta
102	Alerta1	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Alerta Ideal Ideal Média
102	Alerta1	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Alerta Ideal Ideal Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Alerta Ideal Letal Alta
102	Alerta1	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Alerta1 Alerta Ideal Letal Média
102	Alerta1	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Alerta Ideal Letal Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Alerta1 Alerta Letal2 Alerta Alta
102	Alerta1	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Alerta1 Alerta Letal2 Alerta Média
102	Alerta1	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Alerta1 Alerta Letal2 Alerta Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Alerta1 Alerta Letal2 Ideal Alta
102	Alerta1	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Alerta1 Alerta Letal2 Ideal Média
102	Alerta1	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Alerta1 Alerta Letal2 Ideal Baixa
102	Alerta1	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Alerta1 Alerta Letal2 Letal Alta
102	Alerta1	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Alerta1 Alerta Letal2 Letal Média
102	Alerta1	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Alerta1 Alerta Letal2 Letal Baixa
103	Ideal	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Ideal Letal Letal1 Alerta Alta
103	Ideal	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Ideal Letal Letal1 Alerta Média
103	Ideal	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Letal Letal1 Alerta Baixa
103	Ideal	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Ideal Letal Letal1 Ideal Alta

103	Ideal	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Ideal Letal Letal1 Ideal Média
103	Ideal	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Letal Letal1 Ideal Baixa
103	Ideal	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Ideal Letal Letal1 Letal Alta
103	Ideal	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Ideal Letal Letal1 Letal Média
103	Ideal	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Ideal Letal Letal1 Letal Baixa
103	Ideal	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Ideal Letal Alerta Alerta Alta
103	Ideal	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Ideal Letal Alerta Alerta Média
103	Ideal	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Letal Alerta Alerta Baixa
103	Ideal	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Ideal Letal Alerta Ideal Alta
103	Ideal	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Ideal Letal Alerta Ideal Média
103	Ideal	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Letal Alerta Ideal Baixa
103	Ideal	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Ideal Letal Alerta Letal Alta
103	Ideal	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Ideal Letal Alerta Letal Média
103	Ideal	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Ideal Letal Alerta Letal Baixa
103	Ideal	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Ideal Letal Ideal Alerta Alta
103	Ideal	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Ideal Letal Ideal Alerta Média
103	Ideal	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Letal Ideal Alerta Baixa
103	Ideal	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Ideal Letal Ideal Ideal Alta
103	Ideal	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Ideal Letal Ideal Ideal Média
103	Ideal	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Letal Ideal Ideal Baixa
103	Ideal	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Ideal Letal Ideal Letal Alta
103	Ideal	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Ideal Letal Ideal Letal Média
103	Ideal	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Ideal Letal Ideal Letal Baixa
103	Ideal	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Ideal Letal Letal2 Alerta Alta
103	Ideal	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Ideal Letal Letal2 Alerta Média
103	Ideal	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Letal Letal2 Alerta Baixa
103	Ideal	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Ideal Letal Letal2 Ideal Alta
103	Ideal	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Ideal Letal Letal2 Ideal Média
103	Ideal	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Letal Letal2 Ideal Baixa
103	Ideal	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Ideal Letal Letal2 Letal Alta
103	Ideal	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Ideal Letal Letal2 Letal Média
103	Ideal	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Ideal Letal Letal2 Letal Baixa
103	Ideal	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Ideal Ideal Letal1 Alerta Alta
103	Ideal	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Ideal Ideal Letal1 Alerta Média
103	Ideal	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Ideal Letal1 Alerta Baixa
103	Ideal	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Ideal Ideal Letal1 Ideal Alta
103	Ideal	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Ideal Ideal Letal1 Ideal Média
103	Ideal	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Ideal Letal1 Ideal Baixa
103	Ideal	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Ideal Ideal Letal1 Letal Alta
103	Ideal	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Ideal Ideal Letal1 Letal Média
103	Ideal	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Ideal Ideal Letal1 Letal Baixa
103	Ideal	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Ideal Ideal Alerta Alerta Alta
103	Ideal	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Ideal Ideal Alerta Alerta Média
103	Ideal	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Ideal Alerta Alerta Baixa
103	Ideal	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Ideal Ideal Alerta Ideal Alta

103	Ideal	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Ideal Ideal Alerta Ideal Média
103	Ideal	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Ideal Alerta Ideal Baixa
103	Ideal	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Ideal Ideal Alerta Letal Alta
103	Ideal	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Ideal Ideal Alerta Letal Média
103	Ideal	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Ideal Ideal Alerta Letal Baixa
103	Ideal	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Ideal Ideal Ideal Alerta Alta
103	Ideal	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Ideal Ideal Ideal Alerta Média
103	Ideal	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Ideal Ideal Alerta Baixa
103	Ideal	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Ideal Ideal Ideal Ideal Alta
103	Ideal	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Ideal Ideal Ideal Ideal Média
103	Ideal	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Ideal Ideal Ideal Baixa
103	Ideal	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Ideal Ideal Ideal Letal Alta
103	Ideal	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Ideal Ideal Ideal Letal Média
103	Ideal	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Ideal Ideal Ideal Letal Baixa
103	Ideal	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Ideal Ideal Letal2 Alerta Alta
103	Ideal	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Ideal Ideal Letal2 Alerta Média
103	Ideal	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Ideal Letal2 Alerta Baixa
103	Ideal	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Ideal Ideal Letal2 Ideal Alta
103	Ideal	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Ideal Ideal Letal2 Ideal Média
103	Ideal	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Ideal Letal2 Ideal Baixa
103	Ideal	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Ideal Ideal Letal2 Letal Alta
103	Ideal	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Ideal Ideal Letal2 Letal Média
103	Ideal	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Ideal Ideal Letal2 Letal Baixa
103	Ideal	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Ideal Alerta Letal1 Alerta Alta
103	Ideal	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Ideal Alerta Letal1 Alerta Média
103	Ideal	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Alerta Letal1 Alerta Baixa
103	Ideal	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Ideal Alerta Letal1 Ideal Alta
103	Ideal	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Ideal Alerta Letal1 Ideal Média
103	Ideal	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Alerta Letal1 Ideal Baixa
103	Ideal	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Ideal Alerta Letal1 Letal Alta
103	Ideal	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Ideal Alerta Letal1 Letal Média
103	Ideal	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Ideal Alerta Letal1 Letal Baixa
103	Ideal	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Ideal Alerta Alerta Alerta Alta
103	Ideal	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Ideal Alerta Alerta Alerta Média
103	Ideal	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Alerta Alerta Alerta Baixa
103	Ideal	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Ideal Alerta Alerta Ideal Alta
103	Ideal	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Ideal Alerta Alerta Ideal Média
103	Ideal	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Alerta Alerta Ideal Baixa
103	Ideal	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Ideal Alerta Alerta Letal Alta
103	Ideal	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Ideal Alerta Alerta Letal Média
103	Ideal	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Ideal Alerta Alerta Letal Baixa
103	Ideal	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Ideal Alerta Ideal Alerta Alta
103	Ideal	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Ideal Alerta Ideal Alerta Média
103	Ideal	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Alerta Ideal Alerta Baixa
103	Ideal	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Ideal Alerta Ideal Ideal Alta

103	Ideal	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Ideal Alerta Ideal Ideal Média
103	Ideal	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Alerta Ideal Ideal Baixa
103	Ideal	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Ideal Alerta Ideal Letal Alta
103	Ideal	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Ideal Alerta Ideal Letal Média
103	Ideal	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Ideal Alerta Ideal Letal Baixa
103	Ideal	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Ideal Alerta Letal2 Alerta Alta
103	Ideal	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Ideal Alerta Letal2 Alerta Média
103	Ideal	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Ideal Alerta Letal2 Alerta Baixa
103	Ideal	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Ideal Alerta Letal2 Ideal Alta
103	Ideal	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Ideal Alerta Letal2 Ideal Média
103	Ideal	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Ideal Alerta Letal2 Ideal Baixa
103	Ideal	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Ideal Alerta Letal2 Letal Alta
103	Ideal	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Ideal Alerta Letal2 Letal Média
103	Ideal	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Ideal Alerta Letal2 Letal Baixa
104	Alerta2	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Letal Letal1 Alerta Alta
104	Alerta2	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Letal Letal1 Alerta Média
104	Alerta2	201	Letal	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Letal Letal1 Alerta Baixa
104	Alerta2	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Letal Letal1 Ideal Alta
104	Alerta2	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Letal Letal1 Ideal Média
104	Alerta2	201	Letal	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Letal Letal1 Ideal Baixa
104	Alerta2	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Letal Letal1 Letal Alta
104	Alerta2	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Alerta2 Letal Letal1 Letal Média
104	Alerta2	201	Letal	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Letal Letal1 Letal Baixa
104	Alerta2	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Letal Alerta Alerta Alta
104	Alerta2	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Letal Alerta Alerta Média
104	Alerta2	201	Letal	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Letal Alerta Alerta Baixa
104	Alerta2	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Letal Alerta Ideal Alta
104	Alerta2	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Letal Alerta Ideal Média
104	Alerta2	201	Letal	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Letal Alerta Ideal Baixa
104	Alerta2	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Letal Alerta Letal Alta
104	Alerta2	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Alerta2 Letal Alerta Letal Média
104	Alerta2	201	Letal	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Letal Alerta Letal Baixa
104	Alerta2	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Letal Ideal Alerta Alta
104	Alerta2	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Letal Ideal Alerta Média
104	Alerta2	201	Letal	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Letal Ideal Alerta Baixa
104	Alerta2	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Letal Ideal Ideal Alta
104	Alerta2	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Letal Ideal Ideal Média
104	Alerta2	201	Letal	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Letal Ideal Ideal Baixa
104	Alerta2	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Letal Ideal Letal Alta
104	Alerta2	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Alerta2 Letal Ideal Letal Média
104	Alerta2	201	Letal	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Letal Ideal Letal Baixa
104	Alerta2	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Letal Letal2 Alerta Alta
104	Alerta2	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Letal Letal2 Alerta Média
104	Alerta2	201	Letal	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Letal Letal2 Alerta Baixa
104	Alerta2	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Letal Letal2 Ideal Alta

104	Alerta2	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Letal Letal2 Ideal Média
104	Alerta2	201	Letal	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Letal Letal2 Ideal Baixa
104	Alerta2	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Letal Letal2 Letal Alta
104	Alerta2	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Alerta2 Letal Letal2 Letal Média
104	Alerta2	201	Letal	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Letal Letal2 Letal Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Ideal Letal1 Alerta Alta
104	Alerta2	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Ideal Letal1 Alerta Média
104	Alerta2	202	Ideal	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Ideal Letal1 Alerta Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Ideal Letal1 Ideal Alta
104	Alerta2	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Ideal Letal1 Ideal Média
104	Alerta2	202	Ideal	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Ideal Letal1 Ideal Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Ideal Letal1 Letal Alta
104	Alerta2	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Alerta2 Ideal Letal1 Letal Média
104	Alerta2	202	Ideal	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Ideal Letal1 Letal Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Ideal Alerta Alerta Alta
104	Alerta2	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Ideal Alerta Alerta Média
104	Alerta2	202	Ideal	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Ideal Alerta Alerta Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Ideal Alerta Ideal Alta
104	Alerta2	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Ideal Alerta Ideal Média
104	Alerta2	202	Ideal	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Ideal Alerta Ideal Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Ideal Alerta Letal Alta
104	Alerta2	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Alerta2 Ideal Alerta Letal Média
104	Alerta2	202	Ideal	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Ideal Alerta Letal Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Ideal Ideal Alerta Alta
104	Alerta2	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Ideal Ideal Alerta Média
104	Alerta2	202	Ideal	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Ideal Ideal Alerta Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Ideal Ideal Ideal Alta
104	Alerta2	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Ideal Ideal Ideal Média
104	Alerta2	202	Ideal	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Ideal Ideal Ideal Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Ideal Ideal Letal Alta
104	Alerta2	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Alerta2 Ideal Ideal Letal Média
104	Alerta2	202	Ideal	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Ideal Ideal Letal Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Ideal Letal2 Alerta Alta
104	Alerta2	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Ideal Letal2 Alerta Média
104	Alerta2	202	Ideal	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Ideal Letal2 Alerta Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Ideal Letal2 Ideal Alta
104	Alerta2	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Ideal Letal2 Ideal Média
104	Alerta2	202	Ideal	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Ideal Letal2 Ideal Baixa
104	Alerta2	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Ideal Letal2 Letal Alta
104	Alerta2	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Alerta2 Ideal Letal2 Letal Média
104	Alerta2	202	Ideal	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Ideal Letal2 Letal Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Alerta Letal1 Alerta Alta
104	Alerta2	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Alerta Letal1 Alerta Média
104	Alerta2	203	Alerta	301	Letal1	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Alerta Letal1 Alerta Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Alerta Letal1 Ideal Alta

104	Alerta2	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Alerta Letal1 Ideal Média
104	Alerta2	203	Alerta	301	Letal1	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Alerta Letal1 Ideal Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Alerta Letal1 Letal Alta
104	Alerta2	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	502	Média	Alerta2 Alerta Letal1 Letal Média
104	Alerta2	203	Alerta	301	Letal1	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Alerta Letal1 Letal Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Alerta Alerta Alerta Alta
104	Alerta2	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Alerta Alerta Alerta Média
104	Alerta2	203	Alerta	302	Alerta	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Alerta Alerta Alerta Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Alerta Alerta Ideal Alta
104	Alerta2	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Alerta Alerta Ideal Média
104	Alerta2	203	Alerta	302	Alerta	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Alerta Alerta Ideal Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Alerta Alerta Letal Alta
104	Alerta2	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	502	Média	Alerta2 Alerta Alerta Letal Média
104	Alerta2	203	Alerta	302	Alerta	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Alerta Alerta Letal Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Alerta Ideal Alerta Alta
104	Alerta2	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Alerta Ideal Alerta Média
104	Alerta2	203	Alerta	303	Ideal	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Alerta Ideal Alerta Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Alerta Ideal Ideal Alta
104	Alerta2	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Alerta Ideal Ideal Média
104	Alerta2	203	Alerta	303	Ideal	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Alerta Ideal Ideal Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Alerta Ideal Letal Alta
104	Alerta2	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	502	Média	Alerta2 Alerta Ideal Letal Média
104	Alerta2	203	Alerta	303	Ideal	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Alerta Ideal Letal Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	501	Alta	Alerta2 Alerta Letal2 Alerta Alta
104	Alerta2	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	502	Média	Alerta2 Alerta Letal2 Alerta Média
104	Alerta2	203	Alerta	304	Letal2	401	Alerta	503	Baixa	Alerta2 Alerta Letal2 Alerta Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	501	Alta	Alerta2 Alerta Letal2 Ideal Alta
104	Alerta2	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	502	Média	Alerta2 Alerta Letal2 Ideal Média
104	Alerta2	203	Alerta	304	Letal2	402	Ideal	503	Baixa	Alerta2 Alerta Letal2 Ideal Baixa
104	Alerta2	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	501	Alta	Alerta2 Alerta Letal2 Letal Alta
104	Alerta2	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	502	Média	Alerta2 Alerta Letal2 Letal Média
104	Alerta2	203	Alerta	304	Letal2	403	Letal	503	Baixa	Alerta2 Alerta Letal2 Letal Baixa

Apêndice IV: Relatório gerado pelo algoritmo “cenários possíveis e seus termos linguísticos” – CAPÍTULO III

- *Control and management of water quality for nile tilapia fish in net tanks based on fuzzy modeling.*

Cenários	Classificação
Letal Letal Letal1 Alerta Alta	Péssima
Letal Letal Letal1 Alerta Média	Péssima
Letal Letal Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Letal Letal Letal1 Ideal Alta	Péssima
Letal Letal Letal1 Ideal Média	Péssima
Letal Letal Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Letal Letal Letal1 Letal Alta	Péssima
Letal Letal Letal1 Letal Média	Péssima
Letal Letal Letal1 Letal Baixa	Péssima
Letal Letal Alerta Alerta Alta	Péssima
Letal Letal Alerta Alerta Média	Péssima
Letal Letal Alerta Alerta Baixa	Péssima
Letal Letal Alerta Ideal Alta	Péssima
Letal Letal Alerta Ideal Média	Péssima
Letal Letal Alerta Ideal Baixa	Péssima
Letal Letal Alerta Letal Alta	Péssima
Letal Letal Alerta Letal Média	Péssima
Letal Letal Alerta Letal Baixa	Péssima
Letal Letal Ideal Alerta Alta	Péssima
Letal Letal Ideal Alerta Média	Péssima
Letal Letal Ideal Alerta Baixa	Péssima
Letal Letal Ideal Ideal Alta	Péssima
Letal Letal Ideal Ideal Média	Péssima
Letal Letal Ideal Ideal Baixa	Péssima
Letal Letal Ideal Letal Alta	Péssima
Letal Letal Ideal Letal Média	Péssima
Letal Letal Ideal Letal Baixa	Péssima
Letal Letal Letal2 Alerta Alta	Péssima
Letal Letal Letal2 Alerta Média	Péssima
Letal Letal Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Letal Letal Letal2 Ideal Alta	Péssima
Letal Letal Letal2 Ideal Média	Péssima
Letal Letal Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Letal Letal Letal2 Letal Alta	Péssima
Letal Letal Letal2 Letal Média	Péssima
Letal Letal Letal2 Letal Baixa	Péssima
Letal Ideal Letal1 Alerta Alta	Péssima
Letal Ideal Letal1 Alerta Média	Péssima
Letal Ideal Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Letal Ideal Letal1 Ideal Alta	Péssima
Letal Ideal Letal1 Ideal Média	Péssima

Letal Ideal Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Letal Ideal Letal1 Letal Alta	Péssima
Letal Ideal Letal1 Letal Média	Péssima
Letal Ideal Letal1 Letal Baixa	Péssima
Letal Ideal Alerta Alerta Alta	Péssima
Letal Ideal Alerta Alerta Média	Péssima
Letal Ideal Alerta Alerta Baixa	Péssima
Letal Ideal Alerta Ideal Alta	Péssima
Letal Ideal Alerta Ideal Média	Péssima
Letal Ideal Alerta Ideal Baixa	Péssima
Letal Ideal Alerta Letal Alta	Péssima
Letal Ideal Alerta Letal Média	Péssima
Letal Ideal Alerta Letal Baixa	Péssima
Letal Ideal Ideal Alerta Alta	Péssima
Letal Ideal Ideal Alerta Média	Péssima
Letal Ideal Ideal Alerta Baixa	Péssima
Letal Ideal Ideal Ideal Alta	Péssima
Letal Ideal Ideal Ideal Média	Péssima
Letal Ideal Ideal Ideal Baixa	Péssima
Letal Ideal Ideal Letal Alta	Péssima
Letal Ideal Ideal Letal Média	Péssima
Letal Ideal Ideal Letal Baixa	Péssima
Letal Ideal Letal2 Alerta Alta	Péssima
Letal Ideal Letal2 Alerta Média	Péssima
Letal Ideal Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Letal Ideal Letal2 Ideal Alta	Péssima
Letal Ideal Letal2 Ideal Média	Péssima
Letal Ideal Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Letal Ideal Letal2 Letal Alta	Péssima
Letal Ideal Letal2 Letal Média	Péssima
Letal Ideal Letal2 Letal Baixa	Péssima
Letal Alerta Letal1 Alerta Alta	Péssima
Letal Alerta Letal1 Alerta Média	Péssima
Letal Alerta Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Letal Alerta Letal1 Ideal Alta	Péssima
Letal Alerta Letal1 Ideal Média	Péssima
Letal Alerta Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Letal Alerta Letal1 Letal Alta	Péssima
Letal Alerta Letal1 Letal Média	Péssima
Letal Alerta Letal1 Letal Baixa	Péssima
Letal Alerta Alerta Alerta Alta	Péssima
Letal Alerta Alerta Alerta Média	Péssima
Letal Alerta Alerta Alerta Baixa	Péssima
Letal Alerta Alerta Ideal Alta	Péssima
Letal Alerta Alerta Ideal Média	Péssima

Letal Alerta Alerta Ideal Baixa	Péssima
Letal Alerta Alerta Letal Alta	Péssima
Letal Alerta Alerta Letal Média	Péssima
Letal Alerta Alerta Letal Baixa	Péssima
Letal Alerta Ideal Alerta Alta	Péssima
Letal Alerta Ideal Alerta Média	Péssima
Letal Alerta Ideal Alerta Baixa	Péssima
Letal Alerta Ideal Ideal Alta	Péssima
Letal Alerta Ideal Ideal Média	Péssima
Letal Alerta Ideal Ideal Baixa	Péssima
Letal Alerta Ideal Letal Alta	Péssima
Letal Alerta Ideal Letal Média	Péssima
Letal Alerta Ideal Letal Baixa	Péssima
Letal Alerta Letal2 Alerta Alta	Péssima
Letal Alerta Letal2 Alerta Média	Péssima
Letal Alerta Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Letal Alerta Letal2 Ideal Alta	Péssima
Letal Alerta Letal2 Ideal Média	Péssima
Letal Alerta Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Letal Alerta Letal2 Letal Alta	Péssima
Letal Alerta Letal2 Letal Média	Péssima
Letal Alerta Letal2 Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Letal1 Alerta Alta	Péssima
Alerta1 Letal Letal1 Alerta Média	Péssima
Alerta1 Letal Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Letal1 Ideal Alta	Péssima
Alerta1 Letal Letal1 Ideal Média	Péssima
Alerta1 Letal Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Letal1 Letal Alta	Péssima
Alerta1 Letal Letal1 Letal Média	Péssima
Alerta1 Letal Letal1 Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Alerta Alerta Alta	Péssima
Alerta1 Letal Alerta Alerta Média	Péssima
Alerta1 Letal Alerta Alerta Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Alerta Ideal Alta	Péssima
Alerta1 Letal Alerta Ideal Média	Péssima
Alerta1 Letal Alerta Ideal Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Alerta Letal Alta	Péssima
Alerta1 Letal Alerta Letal Média	Péssima
Alerta1 Letal Alerta Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Ideal Alerta Alta	Péssima
Alerta1 Letal Ideal Alerta Média	Péssima
Alerta1 Letal Ideal Alerta Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Ideal Ideal Alta	Péssima
Alerta1 Letal Ideal Ideal Média	Péssima

Alerta1 Letal Ideal Ideal Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Ideal Letal Alta	Péssima
Alerta1 Letal Ideal Letal Média	Péssima
Alerta1 Letal Ideal Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Letal2 Alerta Alta	Péssima
Alerta1 Letal Letal2 Alerta Média	Péssima
Alerta1 Letal Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Letal2 Ideal Alta	Péssima
Alerta1 Letal Letal2 Ideal Média	Péssima
Alerta1 Letal Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Alerta1 Letal Letal2 Letal Alta	Péssima
Alerta1 Letal Letal2 Letal Média	Péssima
Alerta1 Letal Letal2 Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Ideal Letal1 Alerta Alta	Péssima
Alerta1 Ideal Letal1 Alerta Média	Péssima
Alerta1 Ideal Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Alerta1 Ideal Letal1 Ideal Alta	Péssima
Alerta1 Ideal Letal1 Ideal Média	Péssima
Alerta1 Ideal Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Alerta1 Ideal Letal1 Letal Alta	Péssima
Alerta1 Ideal Letal1 Letal Média	Péssima
Alerta1 Ideal Letal1 Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Ideal Alerta Alerta Alta	Ruim
Alerta1 Ideal Alerta Alerta Média	Ruim
Alerta1 Ideal Alerta Alerta Baixa	Ruim
Alerta1 Ideal Alerta Ideal Alta	Ruim
Alerta1 Ideal Alerta Ideal Média	Ruim
Alerta1 Ideal Alerta Ideal Baixa	Ruim
Alerta1 Ideal Alerta Letal Alta	Péssima
Alerta1 Ideal Alerta Letal Média	Péssima
Alerta1 Ideal Alerta Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Ideal Ideal Alerta Alta	Ruim
Alerta1 Ideal Ideal Alerta Média	Ruim
Alerta1 Ideal Ideal Alerta Baixa	Ruim
Alerta1 Ideal Ideal Ideal Alta	Ruim
Alerta1 Ideal Ideal Ideal Média	Ruim
Alerta1 Ideal Ideal Ideal Baixa	Ruim
Alerta1 Ideal Ideal Letal Alta	Péssima
Alerta1 Ideal Ideal Letal Média	Péssima
Alerta1 Ideal Ideal Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Ideal Letal2 Alerta Alta	Péssima
Alerta1 Ideal Letal2 Alerta Média	Péssima
Alerta1 Ideal Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Alerta1 Ideal Letal2 Ideal Alta	Péssima
Alerta1 Ideal Letal2 Ideal Média	Péssima

Alerta1 Ideal Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Alerta1 Ideal Letal2 Letal Alta	Péssima
Alerta1 Ideal Letal2 Letal Média	Péssima
Alerta1 Ideal Letal2 Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Alerta Letal1 Alerta Alta	Péssima
Alerta1 Alerta Letal1 Alerta Média	Péssima
Alerta1 Alerta Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Alerta1 Alerta Letal1 Ideal Alta	Péssima
Alerta1 Alerta Letal1 Ideal Média	Péssima
Alerta1 Alerta Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Alerta1 Alerta Letal1 Letal Alta	Péssima
Alerta1 Alerta Letal1 Letal Média	Péssima
Alerta1 Alerta Letal1 Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Alerta Alerta Alerta Alta	Ruim
Alerta1 Alerta Alerta Alerta Média	Ruim
Alerta1 Alerta Alerta Alerta Baixa	Ruim
Alerta1 Alerta Alerta Ideal Alta	Ruim
Alerta1 Alerta Alerta Ideal Média	Ruim
Alerta1 Alerta Alerta Ideal Baixa	Ruim
Alerta1 Alerta Alerta Letal Alta	Péssima
Alerta1 Alerta Alerta Letal Média	Péssima
Alerta1 Alerta Alerta Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Alerta Ideal Alerta Alta	Ruim
Alerta1 Alerta Ideal Alerta Média	Ruim
Alerta1 Alerta Ideal Alerta Baixa	Ruim
Alerta1 Alerta Ideal Ideal Alta	Ruim
Alerta1 Alerta Ideal Ideal Média	Ruim
Alerta1 Alerta Ideal Ideal Baixa	Ruim
Alerta1 Alerta Ideal Letal Alta	Péssima
Alerta1 Alerta Ideal Letal Média	Péssima
Alerta1 Alerta Ideal Letal Baixa	Péssima
Alerta1 Alerta Letal2 Alerta Alta	Péssima
Alerta1 Alerta Letal2 Alerta Média	Péssima
Alerta1 Alerta Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Alerta1 Alerta Letal2 Ideal Alta	Péssima
Alerta1 Alerta Letal2 Ideal Média	Péssima
Alerta1 Alerta Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Alerta1 Alerta Letal2 Letal Alta	Péssima
Alerta1 Alerta Letal2 Letal Média	Péssima
Alerta1 Alerta Letal2 Letal Baixa	Péssima
Ideal Letal Letal1 Alerta Alta	Péssima
Ideal Letal Letal1 Alerta Média	Péssima
Ideal Letal Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Ideal Letal Letal1 Ideal Alta	Péssima
Ideal Letal Letal1 Ideal Média	Péssima

Ideal Letal Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Ideal Letal Letal1 Letal Alta	Péssima
Ideal Letal Letal1 Letal Média	Péssima
Ideal Letal Letal1 Letal Baixa	Péssima
Ideal Letal Alerta Alerta Alta	Péssima
Ideal Letal Alerta Alerta Média	Péssima
Ideal Letal Alerta Alerta Baixa	Péssima
Ideal Letal Alerta Ideal Alta	Péssima
Ideal Letal Alerta Ideal Média	Péssima
Ideal Letal Alerta Ideal Baixa	Péssima
Ideal Letal Alerta Letal Alta	Péssima
Ideal Letal Alerta Letal Média	Péssima
Ideal Letal Alerta Letal Baixa	Péssima
Ideal Letal Ideal Alerta Alta	Péssima
Ideal Letal Ideal Alerta Média	Péssima
Ideal Letal Ideal Alerta Baixa	Péssima
Ideal Letal Ideal Ideal Alta	Péssima
Ideal Letal Ideal Ideal Média	Péssima
Ideal Letal Ideal Ideal Baixa	Péssima
Ideal Letal Ideal Letal Alta	Péssima
Ideal Letal Ideal Letal Média	Péssima
Ideal Letal Ideal Letal Baixa	Péssima
Ideal Letal Letal2 Alerta Alta	Péssima
Ideal Letal Letal2 Alerta Média	Péssima
Ideal Letal Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Ideal Letal Letal2 Ideal Alta	Péssima
Ideal Letal Letal2 Ideal Média	Péssima
Ideal Letal Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Ideal Letal Letal2 Letal Alta	Péssima
Ideal Letal Letal2 Letal Média	Péssima
Ideal Letal Letal2 Letal Baixa	Péssima
Ideal Ideal Letal1 Alerta Alta	Péssima
Ideal Ideal Letal1 Alerta Média	Péssima
Ideal Ideal Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Ideal Ideal Letal1 Ideal Alta	Péssima
Ideal Ideal Letal1 Ideal Média	Péssima
Ideal Ideal Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Ideal Ideal Letal1 Letal Alta	Péssima
Ideal Ideal Letal1 Letal Média	Péssima
Ideal Ideal Letal1 Letal Baixa	Péssima
Ideal Ideal Alerta Alerta Alta	Ruim
Ideal Ideal Alerta Alerta Média	Ruim
Ideal Ideal Alerta Alerta Baixa	Ruim
Ideal Ideal Alerta Ideal Alta	Ruim
Ideal Ideal Alerta Ideal Média	Ruim

Ideal Ideal Alerta Ideal Baixa	Ruim
Ideal Ideal Alerta Letal Alta	Péssima
Ideal Ideal Alerta Letal Média	Péssima
Ideal Ideal Alerta Letal Baixa	Péssima
Ideal Ideal Ideal Alerta Alta	Ruim
Ideal Ideal Ideal Alerta Média	Ruim
Ideal Ideal Ideal Alerta Baixa	Ruim
Ideal Ideal Ideal Ideal Alta	Ruim
Ideal Ideal Ideal Ideal Média	Ruim
Ideal Ideal Ideal Ideal Baixa	Ruim
Ideal Ideal Ideal Letal Alta	Péssima
Ideal Ideal Ideal Letal Média	Péssima
Ideal Ideal Ideal Letal Baixa	Péssima
Ideal Ideal Letal2 Alerta Alta	Péssima
Ideal Ideal Letal2 Alerta Média	Péssima
Ideal Ideal Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Ideal Ideal Letal2 Ideal Alta	Péssima
Ideal Ideal Letal2 Ideal Média	Péssima
Ideal Ideal Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Ideal Ideal Letal2 Letal Alta	Péssima
Ideal Ideal Letal2 Letal Média	Péssima
Ideal Ideal Letal2 Letal Baixa	Péssima
Ideal Alerta Letal1 Alerta Alta	Péssima
Ideal Alerta Letal1 Alerta Média	Péssima
Ideal Alerta Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Ideal Alerta Letal1 Ideal Alta	Péssima
Ideal Alerta Letal1 Ideal Média	Péssima
Ideal Alerta Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Ideal Alerta Letal1 Letal Alta	Péssima
Ideal Alerta Letal1 Letal Média	Péssima
Ideal Alerta Letal1 Letal Baixa	Péssima
Ideal Alerta Alerta Alerta Alta	Boa
Ideal Alerta Alerta Alerta Média	Boa
Ideal Alerta Alerta Alerta Baixa	Boa
Ideal Alerta Alerta Ideal Alta	Boa
Ideal Alerta Alerta Ideal Média	Boa
Ideal Alerta Alerta Ideal Baixa	Boa
Ideal Alerta Alerta Letal Alta	Péssima
Ideal Alerta Alerta Letal Média	Péssima
Ideal Alerta Alerta Letal Baixa	Péssima
Ideal Alerta Ideal Alerta Alta	Boa
Ideal Alerta Ideal Alerta Média	Boa
Ideal Alerta Ideal Alerta Baixa	Boa
Ideal Alerta Ideal Ideal Alta	Ótima
Ideal Alerta Ideal Ideal Média	Boa

Ideal Alerta Ideal Ideal Baixa	Boa
Ideal Alerta Ideal Letal Alta	Péssima
Ideal Alerta Ideal Letal Média	Péssima
Ideal Alerta Ideal Letal Baixa	Péssima
Ideal Alerta Letal2 Alerta Alta	Péssima
Ideal Alerta Letal2 Alerta Média	Péssima
Ideal Alerta Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Ideal Alerta Letal2 Ideal Alta	Péssima
Ideal Alerta Letal2 Ideal Média	Péssima
Ideal Alerta Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Ideal Alerta Letal2 Letal Alta	Péssima
Ideal Alerta Letal2 Letal Média	Péssima
Ideal Alerta Letal2 Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Letal1 Alerta Alta	Péssima
Alerta2 Letal Letal1 Alerta Média	Péssima
Alerta2 Letal Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Letal1 Ideal Alta	Péssima
Alerta2 Letal Letal1 Ideal Média	Péssima
Alerta2 Letal Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Letal1 Letal Alta	Péssima
Alerta2 Letal Letal1 Letal Média	Péssima
Alerta2 Letal Letal1 Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Alerta Alerta Alta	Péssima
Alerta2 Letal Alerta Alerta Média	Péssima
Alerta2 Letal Alerta Alerta Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Alerta Ideal Alta	Péssima
Alerta2 Letal Alerta Ideal Média	Péssima
Alerta2 Letal Alerta Ideal Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Alerta Letal Alta	Péssima
Alerta2 Letal Alerta Letal Média	Péssima
Alerta2 Letal Alerta Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Ideal Alerta Alta	Péssima
Alerta2 Letal Ideal Alerta Média	Péssima
Alerta2 Letal Ideal Alerta Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Ideal Ideal Alta	Péssima
Alerta2 Letal Ideal Ideal Média	Péssima
Alerta2 Letal Ideal Ideal Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Ideal Letal Alta	Péssima
Alerta2 Letal Ideal Letal Média	Péssima
Alerta2 Letal Ideal Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Letal2 Alerta Alta	Péssima
Alerta2 Letal Letal2 Alerta Média	Péssima
Alerta2 Letal Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Letal2 Ideal Alta	Péssima
Alerta2 Letal Letal2 Ideal Média	Péssima

Alerta2 Letal Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Alerta2 Letal Letal2 Letal Alta	Péssima
Alerta2 Letal Letal2 Letal Média	Péssima
Alerta2 Letal Letal2 Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Ideal Letal1 Alerta Alta	Péssima
Alerta2 Ideal Letal1 Alerta Média	Péssima
Alerta2 Ideal Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Alerta2 Ideal Letal1 Ideal Alta	Péssima
Alerta2 Ideal Letal1 Ideal Média	Péssima
Alerta2 Ideal Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Alerta2 Ideal Letal1 Letal Alta	Péssima
Alerta2 Ideal Letal1 Letal Média	Péssima
Alerta2 Ideal Letal1 Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Ideal Alerta Alerta Alta	Ruim
Alerta2 Ideal Alerta Alerta Média	Ruim
Alerta2 Ideal Alerta Alerta Baixa	Ruim
Alerta2 Ideal Alerta Ideal Alta	Ruim
Alerta2 Ideal Alerta Ideal Média	Ruim
Alerta2 Ideal Alerta Ideal Baixa	Ruim
Alerta2 Ideal Alerta Letal Alta	Péssima
Alerta2 Ideal Alerta Letal Média	Péssima
Alerta2 Ideal Alerta Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Ideal Ideal Alerta Alta	Ruim
Alerta2 Ideal Ideal Alerta Média	Ruim
Alerta2 Ideal Ideal Alerta Baixa	Ruim
Alerta2 Ideal Ideal Ideal Alta	Ruim
Alerta2 Ideal Ideal Ideal Média	Ruim
Alerta2 Ideal Ideal Ideal Baixa	Ruim
Alerta2 Ideal Ideal Letal Alta	Péssima
Alerta2 Ideal Ideal Letal Média	Péssima
Alerta2 Ideal Ideal Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Ideal Letal2 Alerta Alta	Péssima
Alerta2 Ideal Letal2 Alerta Média	Péssima
Alerta2 Ideal Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Alerta2 Ideal Letal2 Ideal Alta	Péssima
Alerta2 Ideal Letal2 Ideal Média	Péssima
Alerta2 Ideal Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Alerta2 Ideal Letal2 Letal Alta	Péssima
Alerta2 Ideal Letal2 Letal Média	Péssima
Alerta2 Ideal Letal2 Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Alerta Letal1 Alerta Alta	Péssima
Alerta2 Alerta Letal1 Alerta Média	Péssima
Alerta2 Alerta Letal1 Alerta Baixa	Péssima
Alerta2 Alerta Letal1 Ideal Alta	Péssima
Alerta2 Alerta Letal1 Ideal Média	Péssima

Alerta2 Alerta Letal1 Ideal Baixa	Péssima
Alerta2 Alerta Letal1 Letal Alta	Péssima
Alerta2 Alerta Letal1 Letal Média	Péssima
Alerta2 Alerta Letal1 Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Alerta Alerta Alerta Alta	Ruim
Alerta2 Alerta Alerta Alerta Média	Ruim
Alerta2 Alerta Alerta Alerta Baixa	Ruim
Alerta2 Alerta Alerta Ideal Alta	Ruim
Alerta2 Alerta Alerta Ideal Média	Ruim
Alerta2 Alerta Alerta Ideal Baixa	Ruim
Alerta2 Alerta Alerta Letal Alta	Péssima
Alerta2 Alerta Alerta Letal Média	Péssima
Alerta2 Alerta Alerta Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Alerta Ideal Alerta Alta	Ruim
Alerta2 Alerta Ideal Alerta Média	Ruim
Alerta2 Alerta Ideal Alerta Baixa	Ruim
Alerta2 Alerta Ideal Ideal Alta	Ruim
Alerta2 Alerta Ideal Ideal Média	Ruim
Alerta2 Alerta Ideal Ideal Baixa	Ruim
Alerta2 Alerta Ideal Letal Alta	Péssima
Alerta2 Alerta Ideal Letal Média	Péssima
Alerta2 Alerta Ideal Letal Baixa	Péssima
Alerta2 Alerta Letal2 Alerta Alta	Péssima
Alerta2 Alerta Letal2 Alerta Média	Péssima
Alerta2 Alerta Letal2 Alerta Baixa	Péssima
Alerta2 Alerta Letal2 Ideal Alta	Péssima
Alerta2 Alerta Letal2 Ideal Média	Péssima
Alerta2 Alerta Letal2 Ideal Baixa	Péssima
Alerta2 Alerta Letal2 Letal Alta	Péssima
Alerta2 Alerta Letal2 Letal Média	Péssima
Alerta2 Alerta Letal2 Letal Baixa	Péssima