

SÃO PAULO TECH SCHOOL
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Leonardo Borges Martins Santana.
Matheus Campos de Menezes
Matheus de Souza Rodrigues.
Rian Oliveira da Silva.

[RA 04252068]
[RA 04252047]
[RA 04252005]
[RA 04252066]

**Controle de Temperatura aplicado à Truticultura:
Proposta para aumento das taxas de reprodução e engorda**

SÃO PAULO/SP
Ago./2025

SUMÁRIO

SUMÁRIO	1
CONTEXTO	2
OBJETIVO.....	6
JUSTIFICATIVA.....	7
ESCOPO	8
Descrição do projeto	9
Resultado Esperado	9
Requisitos do Projeto.....	9
Macronograma.....	10
Recursos Necessários.....	10
Riscos e Restrições	11
Partes Interessadas (Stakeholders).....	11
Papel no Projeto	11
Responsabilidade Principal	11
DIAGRAMA DE SOLUÇÃO TÉCNICA	13
METODOLOGIA USADA.....	13
BACKLOG	14
MANUAL DE SOFTWARE	15
MANUAL DE INSTALAÇÃO.....	15
RESULTADOS ESPERADOS	16
REFERÊNCIAS UTILIZADAS.....	17

CONTEXTO

A truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), espécie pertencente à família dos salmonídeos, é originária do hemisfério norte e foi introduzida no Brasil inicialmente em 1913, quando embriões chegaram ao Rio de Janeiro.

Imagem 1. Truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*)



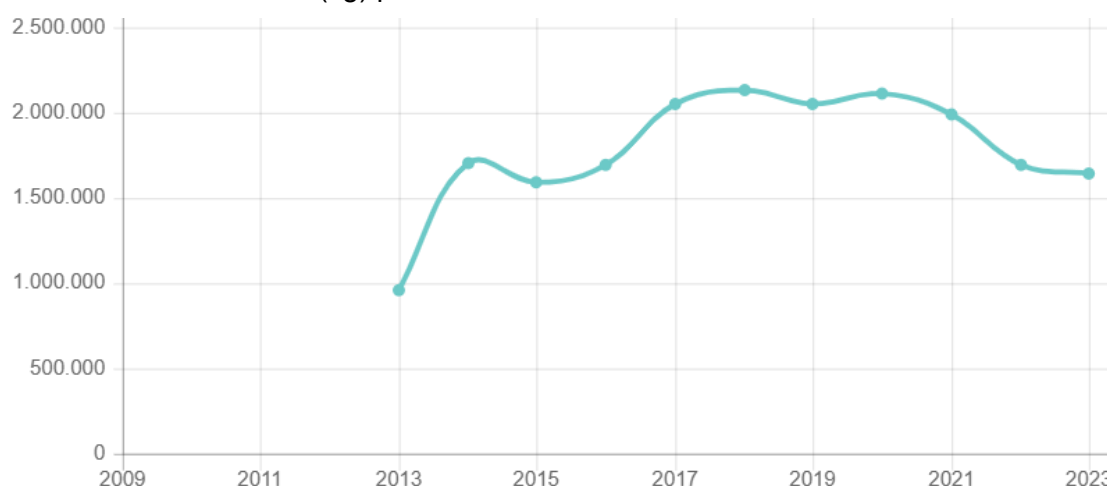
Fonte: blog do pescador, 2024.

Apesar das condições precárias do transporte, foi possível incubar parte dos ovos e obter cerca de 150 alevinos (filhotes de peixe), comprovando a viabilidade da criação da espécie em território nacional (EMBRAPA, 2021). Nas décadas seguintes, especialmente a partir dos anos 1950, sua presença consolidou-se no país como alternativa de pescado para regiões serranas pobres em fauna nativa, com destaque para o Sul e Sudeste (UFRJ, 2020).

A consolidação da truticultura, criação de trutas, brasileira deu-se por múltiplos fatores. A espécie demonstrou alta adaptabilidade às condições de água fria e corrente típica das serras brasileiras, embora tais rios sejam naturalmente pobres em nutrientes e mais vulneráveis a distúrbios externos. Por essa razão, sistemas de tanques com controle de temperatura e qualidade da água tornaram-se fundamentais para o sucesso da produção (ASSAD; BURSZTYN, 2000).

Em termos produtivos, os dados evidenciam a relevância da atividade: entre 2008 e 2010, houve um crescimento de 40% na produção nacional, passando de 3.660 toneladas em 2008 para 5.122 toneladas em 2010 (BRASIL, 2012). Além disso, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023) demonstram que houve um aumento superior a 90% entre os períodos de 2013 e 2021, conforme o gráfico 2 abaixo.

Gráfico 2. Quantidade de truta (kg) produzida entre os anos de 2013 e 2023.



Fonte: IBGE, 2025.

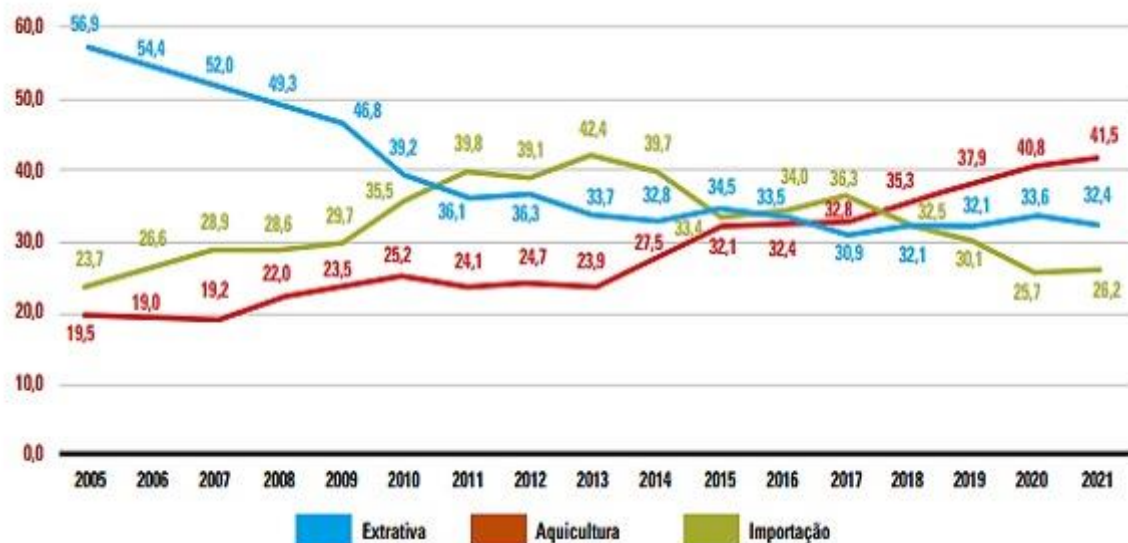
Do ponto de vista econômico, a truta arco-íris possui alto valor agregado, sendo utilizada não apenas como pescado regional, mas também como alternativa ao salmão importado. Como o Brasil não apresenta condições naturais para a criação do salmão — que exige águas ainda mais frias —, produtores investiram na truta salmonada como a truta arco-íris, obtida pela adição de carotenoides (astaxantina ou cantaxantina) na alimentação do peixe, que confere a coloração alaranjada característica da carne. Essa prática intensificou-se após a crise de abastecimento do salmão chileno em 2014, ocasionada pelo Isavírus (vírus da anemia infecciosa do salmão), fortalecendo a truta como alternativa de mercado (G1, 2024).

Reforçando a tendência intensificada em 2014, o gráfico 3 demonstra o crescimento, ao longo dos anos, e a consolidação da aquicultura brasileira como uma das principais fontes de pescado brasileiro.

No cenário global, no entanto, o Brasil continua sendo um dos principais consumidores de salmão chileno, respondendo por consumir cerca de 10% da produção daquele país (ESTADÃO, 2022). Entretanto, a produção nacional de truta

ainda representa menos de 1% da aquicultura brasileira, totalizando 2 mil toneladas em 2019 (IBGE, 2019). Apesar do volume reduzido, a importância da espécie é evidente em regiões serranas, onde a truticultura está fortemente associada ao turismo gastronômico e ao abastecimento de restaurantes de alta culinária.

Gráfico 3. Participação per capita de consumo de pescados conforme a fonte de fornecimento. Destaque para o crescimento da aquicultura nacional.

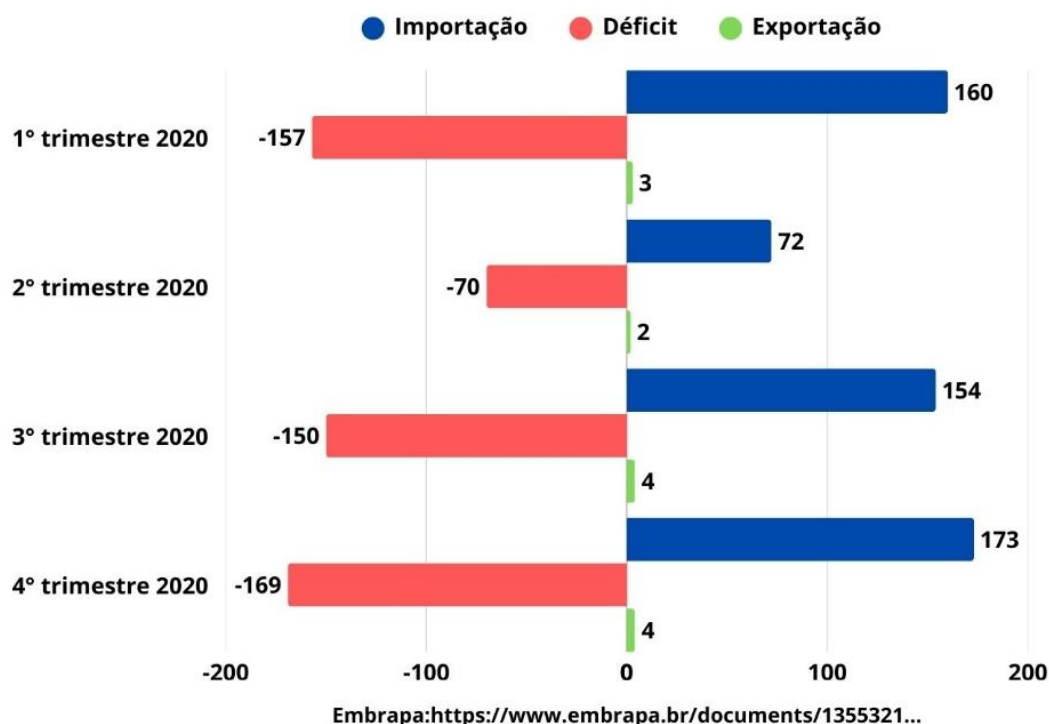


Fonte: Seafood Brasil, 2025.

Nesse contexto, identificam-se dois aspectos centrais. O primeiro é o **problema** da dependência brasileira do salmão importado, que pressiona o mercado interno e expõe o consumidor à volatilidade internacional. O segundo é a **necessidade** de seguir fortalecendo a produção nacional de trutas como alternativa econômica sustentável para comunidades rurais serranas, explorando o potencial da espécie como substituta parcial do salmão. Por fim, há também uma **oportunidade** de incremento tecnológico, seja no controle da água para aumentar a eficiência dos tanques, seja na diversificação de produtos derivados, com vistas a atender tanto ao mercado interno quanto às demandas de exportação, que vêm crescendo significativamente no setor aquícola brasileiro.

No gráfico 4 é possível observar os números de importação e exportação do setor da piscicultura no ano de 2021. Pode-se perceber, apesar da crescente consolidação da aquicultura como preferência para o consumo interno, que Brasil importa mais peixes do que exporta. Assim, torna-se importantíssimo tomar medidas para modificar este cenário.

Gráfico 4. Balança nacional de piscicultura, em milhões de dólares, para o ano de 2021.



Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 2021.

A truta arco-íris apresenta resistência a variações de temperatura entre 0 °C e 25 °C, porém seu desenvolvimento ideal ocorre em condições mais estáveis, entre 10 °C e 15 °C. Por serem animais ectodérmicos, sua fisiologia depende diretamente do ambiente aquático em que estão inseridos. Nesse sentido, a temperatura da água exerce influência crítica não apenas sobre o metabolismo do peixe, mas também sobre o seu crescimento, ovulação e fertilidade (EMBRAPA, 2024).

Outro fator determinante é o oxigênio dissolvido (OD). A concentração de OD está associada à temperatura da água, visto que em temperaturas mais baixas há maior capacidade de dissolução de oxigênio proveniente de algas e plantas aquáticas. Assim, a qualidade da água e o monitoramento de parâmetros ambientais tornam-se elementos centrais para o sucesso da truticultura, uma vez que definem tanto a quantidade quanto a qualidade dos lotes produzidos (ANTHEROTEC, 2023).

O controle sistemático da temperatura e do oxigênio dissolvido se apresenta como um dos maiores desafios técnicos da produção. A ausência de mecanismos eficazes de monitoramento pode comprometer a produtividade, elevar custos operacionais e reduzir a competitividade da cadeia produtiva. Por outro lado, a implementação de tecnologias de controle oferece ganhos em escala, ampliando a segurança biológica e a previsibilidade da safra.

OBJETIVO

O projeto tem como objetivo disponibilizar um sensor integrado a uma plataforma online de monitoramento, capaz de assegurar equilíbrio e constância na temperatura da água utilizada na criação de trutas. Por meio da aquisição de uma conta, o truticultor terá acesso a gráficos atualizados em tempo real, alertas automáticos sobre alterações críticas e relatórios diários de desempenho. Assim, será possível alcançar maior controle sobre as condições ambientais de cultivo, aumentando a produtividade e preservando a qualidade dos peixes.

Sendo assim, ao final de 3 meses, espera-se implementar um sistema funcional de monitoramento da temperatura da água em tanques de truticultura, com capacidade de gerar relatórios diários e alertas automáticos. O objetivo é aumentar em pelo menos 10% a produtividade dos lotes de trutas monitorados, garantindo estabilidade na qualidade da água e redução de perdas associadas a variações térmicas.

JUSTIFICATIVA

Utilizando o serviço proposto, o produtor terá acesso a informações precisas e em tempo real, por intermédio de um sistema automatizado de monitoramento, o qual possibilita a adoção de medidas preventivas no manejo da truticultura. Desta forma, há maior controle de gastos, em torno de 20% de aumento na biomassa vendável, 70% de redução nas perdas por questões ambientais e aumento da taxa de sobrevivência até a fase de venda em 10%. Como resultado, a produtividade cresce de forma significativa e a qualidade do pescado se eleva, garantindo uma lucratividade extra de até R\$60,000 ao ano para um lote de 10 mil alevinos.

ESCOPO

Descrição do projeto

Nossos serviços englobam a instalação de sensores de temperatura nos tanques de truticultura, permitindo o monitoramento contínuo e a identificação de desvios críticos na criação da truta-arco-íris.

Os dados coletados serão processados em relatórios e gráficos intuitivos, auxiliando o produtor na tomada de decisões preventivas e estratégicas, visando maior controle de gastos, bem-estar animal e aumento da produtividade.

Resultado Esperado

Um sistema que colete dados de temperatura dos tanques de truticultura e apresente de forma intuitiva e pratica os dados coletados por meio de gráficos e indicadores, contribuindo para uma melhor tomada de decisão com relação ao controle de temperatura e monitoramento constante.

Requisitos do Projeto

Desenvolver páginas WEB com base em um layout predefinido, mantendo a identidade visual da empresa, podendo conter seções de texto, imagens e formulários.

Criar um sistema para as empresas, permitindo a realização de cadastro ou login por meio de formulários, além de receber dados coletados pelo sensor de temperatura apresentados por meio de gráficos e indicadores em uma dashboard.

Limites e Exclusões

Incluído:

1. Instalação dos sensores **DS18B20** que, são comprovadamente à prova d'água, nos tanques indicados para a medição e monitoramento de temperatura;
2. Criação de dados em MySQL Workbench, para armazenamento de dados de aferimento de temperatura;
3. Disponibilizar um ambiente para a criação de login em nosso site institucional;
4. Disponibilizar um ambiente de visualização, com exposição de gráficos feitos com os dados coletados, na página do cliente (após a realização de login), para que o cliente tome providências caso a temperatura esteja acima do ideal para a criação de trutas-arco-íris;

5. Garantir a manutenção do site com base em bugs e erros encontrados durante o uso no período de 60 dias, de forma que o sistema funcione adequadamente;
6. Disponibilizar suporte técnico remoto e manual de uso para o cliente durante o período de 60 dias.

Excluído:

1. Instalar sistemas de refrigeração de água. O cliente é responsável pelas decisões tomadas e procedimentos necessários para o resfriamento da água dos tanques para a temperatura ideal de cada reservatório para a truticultura;
2. Atualização futuras e/ou reparos no software, após 60 dias da instalação e, efetivo funcionamento;
3. Garantir diretamente resultados de aumento de safra ou redução de mortalidade, visto que tais fatores dependem também do manejo do cliente.
4. Prevenir aumento e/ou baixas de temperaturas inesperadas (iremos apenas informar sobre).

Macronograma

O projeto está previsto para acontecer conforme o cronograma no quadro 1, abaixo, sujeito a alterações conforme o necessário.

Quadro 1. Cronograma aproximado, proposto para o desenvolvimento do projeto.

Atividade	Prazo Previsto
Protótipo de Site para aprovação e testes	10 dias
Elaboração de Apresentação do Projeto	7 dias
Montagem e Teste de Arquitetura do Sensor	10 dias
Programação de Software do Sensor	10 dias
Organização do Banco de Dados	14 dias
Elaboração de Aplicação Virtualizada para Tratamento de Dados	21 dias
Desenvolvimento de página com Dashboard personalizada	14 dias
Acompanhamento de implementação do sensor e software associado	14 dias
Fornecimento de suporte técnico após período de testes	60 dias

Fonte: Troust Solutions, 2025.

Recursos Necessários

Os recursos necessários para a criação e implantação do projeto estão descritos em forma de quadro conforme o quadro 2.

Quadro 2. Quadro de recursos humanos, materiais e tecnológicos necessários.

Recursos Necessários		
Recursos	Quantidade	Carga Horária
Analista de Projeto	1	Durante o projeto
Analista de Negócios	1	Durante o projeto
Analista de Sistemas	2	Durante o projeto
Gestor de Projeto	1	Durante o projeto
Arduino Uno R3	1	Durante o projeto
Sensor de temperatura	1	Durante o projeto
Ferramentas de gestão	-	Acesso contínuo

Fonte: Troust Solutions, 2025.

Riscos e Restrições

Riscos

- As primeiras implantações o Arduino ou sensor podem apresentar instabilidade

Restrições:

- Orçamento nulo.
- A implantação não deve ter impactos negativos nos açudes

Partes Interessadas (Stakeholders)

A seguir no quadro 3, é descrito as partes interessadas, assim como seu papel no projeto e a sua responsabilidade principal

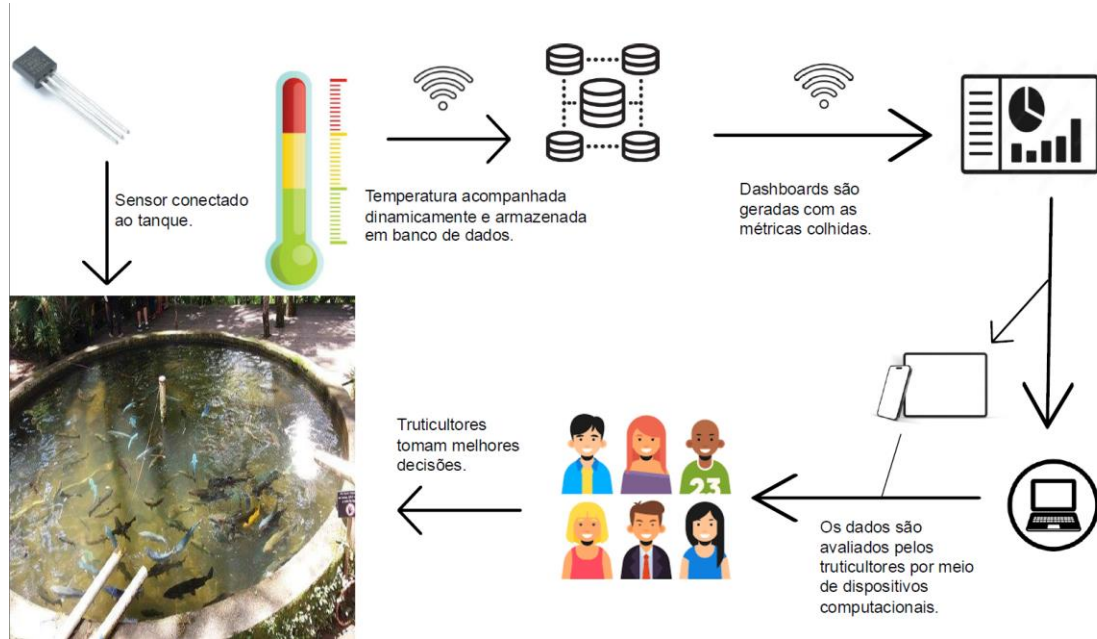
Quadro 3. Tabela de Stakeholders, partes interessadas, papel no projeto e responsabilidade principal.

Partes Interessadas (Stakeholders)		
Parte Interessada	Papel no Projeto	Responsabilidade Principal
Gestor de Projeto	Liderança	Planejar e acompanhar as entregas
Analista de Sistemas	Execução Técnica	Desenvolvimento, testes e implantação
Analista de Negócios	Interface com as áreas Envolvida	Levantamento de requisitos e validações
Área de comunicação	Demandante	Aprovação de conteúdo e validação das páginas
Truticultores	Compradores	Solicitação da implementação do projeto.

Fonte: Troust Solutions, 2025. DIAGRAMA DE SOLUÇÃO E DE NEGÓCIOS

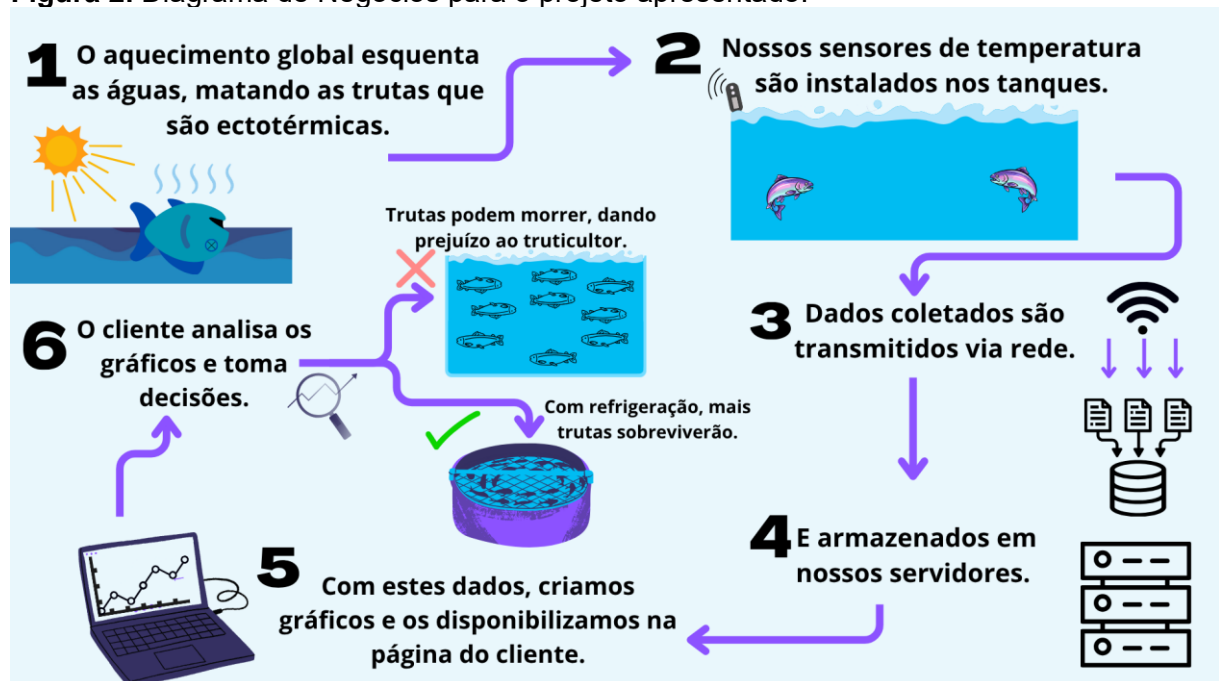
A seguir, são apresentados os diagramas relacionados ao projeto. Em primeiro lugar, na figura 1, um diagrama simplificado da solução proposta. A seguir, na figura 2, o diagrama de negócios, especificando o impacto da solução no cenário da piscicultura e na vida dos truticultores.

Figura 1. Diagrama de solução para a Truticultura com monitoramento dinâmico de temperatura.



Fonte: Troust Solutions, 2025.

Figura 2. Diagrama de Negócios para o projeto apresentado.

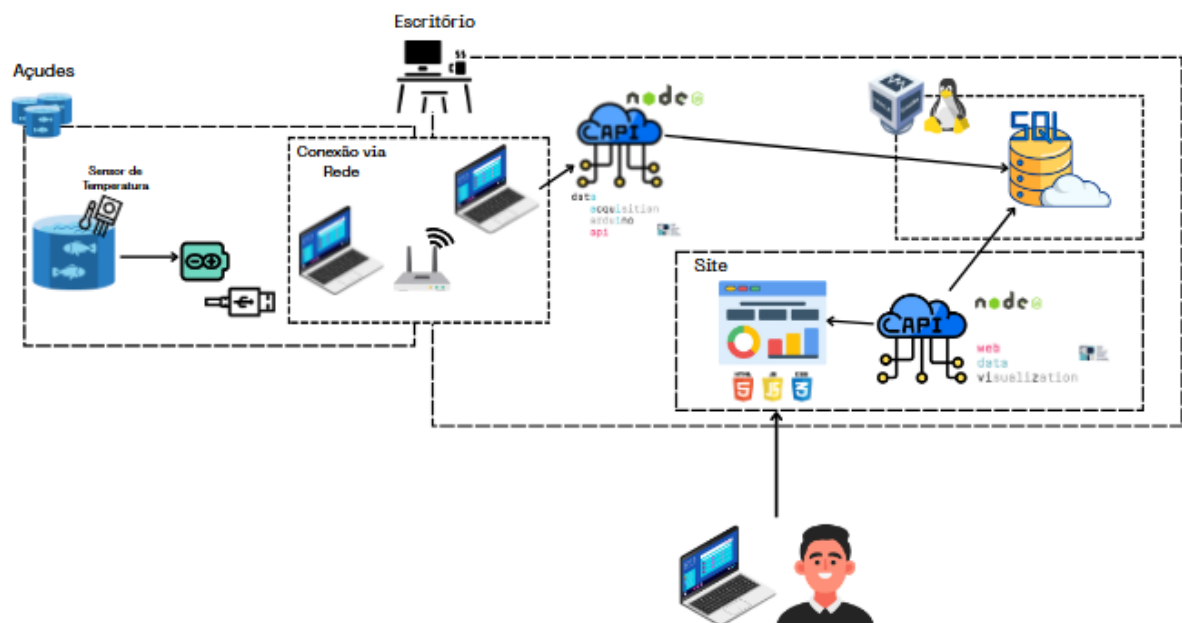


Fonte: Troust Solutions, 2025.

DIAGRAMA DE SOLUÇÃO TÉCNICA

A figura 3 representa o diagrama de solução técnica do projeto, que representa os recursos tecnológicos e de informação, mostrando como eles se relacionam.

Figura 3. Diagrama de solução técnica.



Fonte: Troust Solutions.

METODOLOGIA USADA

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado a metodologia ágil Scrum, garantindo melhor comunicação e organização no desenvolvimento.

Utilizando em conjunto, no processo de finalização, a metodologia KanBan como auxílio de ferramentas que seguem essa metodologia como por exemplo o Trello

BACKLOG

Abaixo, na figura 4, uma sistematização dos principais requisitos necessários para o desenvolvimento do projeto, com destaque para a classificação em Essenciais, Importantes ou Desejáveis.

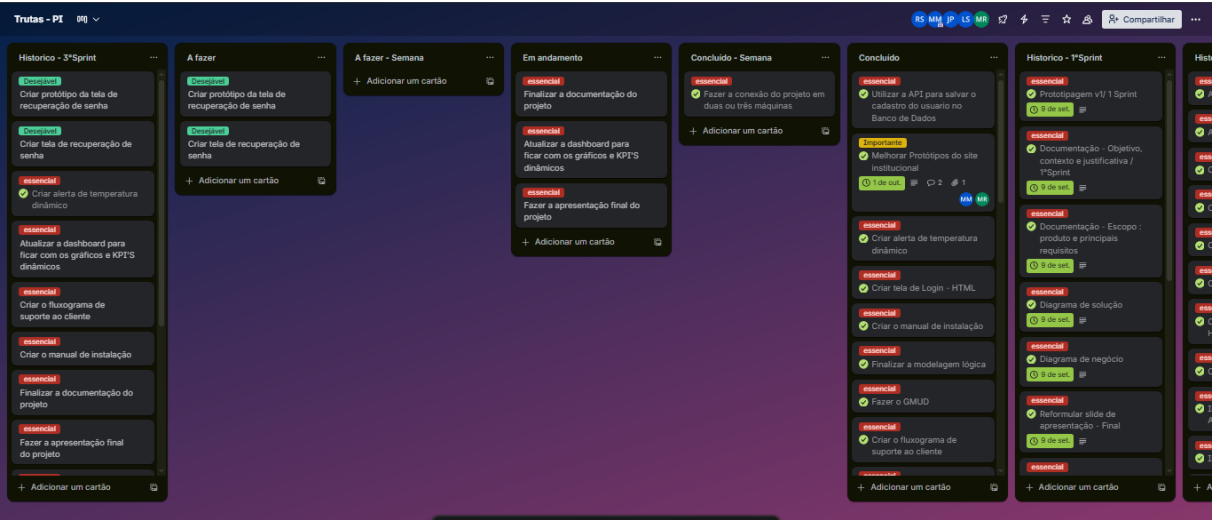
Figura 4. Back Log – Requisitos para o desenvolvimento do projeto, com descrição e classificação.

REQUISITOS PARA A TRUTICULTURA - BACKLOG - 3º Sprint										
ÁREA	ITENS	REQUISITOS	DESCRIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	STATUS	DATA	RESPONSÁVEL	TAMANHO	TAM (H)	Prioridade
Pesquisa & Inovação	1. Manual de instalação	1. Criar um manual para utilização	Criar um manual para utilizar os itens do projeto, duas partes (software e hardware)	ESSENCIAL	COMPLETO	21/12/2024	Marques Campos	M	8	2
	2. Documentação final do projeto	1. Finalizar a documentação	Revisar e finalizar a documentação do projeto	ESSENCIAL	INCOMPLETO		TOCOS	P	5	3
	3. Fazer um PPT final da apresentação do projeto	1. Fazer a apresentação final do projeto	Fazer em PPT uma apresentação final do projeto completo	IMPORTANTE	INCOMPLETO		Leonardo	M	8	3
Algoritmos	1. Finalizar o site	1. Finalizar o site institucional - HTML	Finalizar o site institucional Onibenco usando HTML/CSS/Javascript	ESSENCIAL	INCOMPLETO		Marques	GG	21	1
	1. Planejamento de atendimento	1. Criar o planejamento de atendimento	Criar o planejamento de atendimento do projeto, como vai ocorrer o nosso atendimento	ESSENCIAL	COMPLETO	16/11	Marques Rodrigues	P	5	3
	2. Fomento de suporte	1. Criar um modelo de atendimento e suporte no WhatsApp	Criar o modelo de atendimento e suporte no ferramenta de suporte	ESSENCIAL	INCOMPLETO		Leonardo	M	8	2
T1: Tecnologia da Informação	1. Planejamento de gestão de mudança (GPM)	1. Criar o GPM	Criar o Documento de gestão de mudança (GPM)	ESSENCIAL	COMPLETO	30/11	Marques Campos	P	5	2
	1. Criar a modelagem final do projeto	1. Criar a modelagem final do projeto	Finalizar a modelagem do banco de dados (modelo final)	IMPORTANTE	COMPLETO	30/11	TOCOS	M	8	3
	2. Criar as tabelas no script	2. Criar as tabelas no script	Criar o Script do banco de dados com as tabelas	ESSENCIAL	COMPLETO	31/12/2025	TOCOS	M	8	3
Banco de Dados	1. Montagem Lógica do Projeto	1. Montagem Lógica do Projeto	Finalizar a modelagem do banco de dados (modelo final)	ESSENCIAL	COMPLETO	30/11	TOCOS	M	8	3
	1. Script Banco	1. Script Banco	Criar o Script do banco de dados com as tabelas	ESSENCIAL	COMPLETO	31/12/2025	TOCOS	M	8	3
	1. Enviar os dados coletados para o dashboard	1. Enviar os dados coletados para o dashboard	Enviar os dados que foram coletados pelo sistema para o dashboard	ESSENCIAL	INCOMPLETO		Raul	GG	21	1
Arquitetura de Computadores	1. Testar com o Sensor	1. Testar com o Sensor	Testar a interface e o código do sensor de temperatura, simulando a integração do sistema	ESSENCIAL	INCOMPLETO		TOCOS	G	13	1
	2. API local	2. API local	Usar a API do sensor de forma local	ESSENCIAL	COMPLETO	20/11	TOCOS	PP	3	3
	1. Melhor a conexão	1. Melhor a conexão em duas ou três máquinas	Conectar duas ou três máquinas para fazer uma demonstração visual de como vai funcionar o projeto	ESSENCIAL	INCOMPLETO		Marques Campos	G	13	2

Fonte: Troust Solutions.

Além disso, na Figura 5 também é demonstrada a organização dos requisitos na forma de objetivos entregáveis por meio da plataforma Trello. Dessa forma, permite-se um maior manejo de recursos humanos, melhor monitoramento do desenvolvimento do projeto e transparência.

Figura 5. Projeto sistematizado na plataforma Trello.

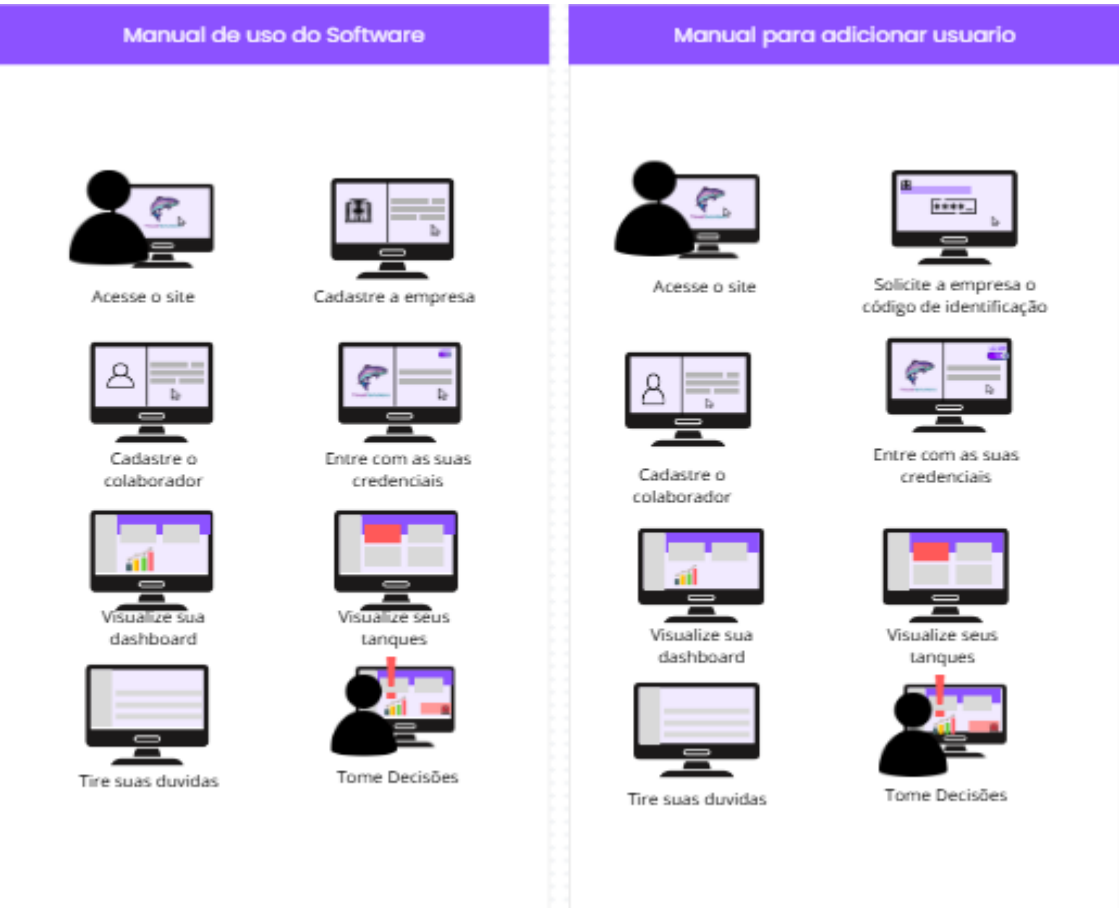


Fonte: Troust Solutions, 2025.

MANUAL DE SOFTWARE

Abaixo, na figura 6, nosso manual de uso de software especificando para nosso usuário como pode ser feito para ter um acesso ao nosso site de forma correta e aconselhada para que possa ser compreendido a forma de acesso

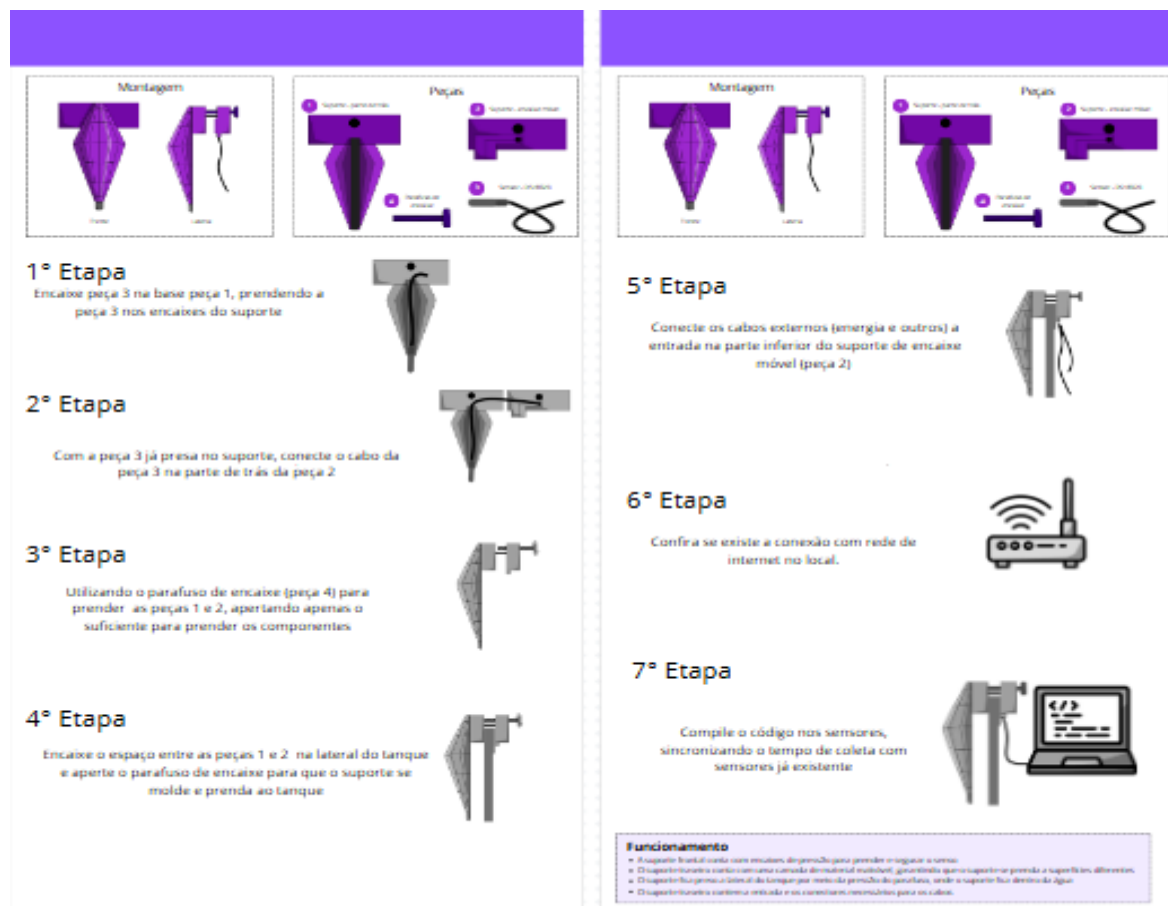
Figura 6. Manual de uso de Software e adição de novo usuário



MANUAL DE INSTALAÇÃO

Abaixo, na figura 7 o manual para funcionários de como será feita a instalação dos sensores nos tanques dos clientes de modo explicativo e passo a passo dividido em 7 etapas divididas.

Figura 7. Manual de instalação de sensor para equipe tecnica.



Fonte Troust Solution, 2025

RESULTADOS ESPERADOS

Nossos resultados esperados são a implementação completa do site com suas partes funcionais e não funcionais implementados para um melhor uso do cliente, assim proporcionando uma melhor experiência de uso e visualização, por meio de uma tela de Cadastro e Login sendo possível um acesso rápido da empresa ao nosso site sendo cadastrado e separado por tanques cada um com seus devidos sensores, todos na

captação de uma temperatura específica setada e um indicada por um limite máximo e mínimo definido pelo cliente no momento da configuração e instalação.

REFERÊNCIAS UTILIZADAS

- ANTHEROTEC. **Truticultura em RAS**. 2023. Disponível em: <https://antherotec.com.br/truticultura-em-ras/>. Acesso em: 28 ago. 2025.
- ASSAD, L. T.; BURSZTYN, M. **A qualidade da água como fator limitante para a piscicultura**. Brasília: Universidade de Brasília, 2000.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção de trutas em tanques-rede: relatório técnico 2008-2010**. Brasília: MPA, 2012.
- EMBRAPA. **Alevinos são a semente da piscicultura: mostra curso de videoaula**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/59944353/alevinos-sao-a-semente-da-piscicultura-mostra-curso-de-videoaula-da-embrapa>. Acesso em: 28 ago. 2025.
- EMBRAPA. **Oxigênio dissolvido**. 2024. Disponível em: <https://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua/eco/oxigdiss.html>. Acesso em: 28 ago. 2025.
- ESTADÃO. **De onde vem o salmão consumido no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://agro.estadao.com.br/economia/de-onde-vem-o-salmaa-consumido-no-brasil>. Acesso em: 28 ago. 2025.
- G1. **Salmão ou truta salmonada: entenda as diferenças**. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2024/05/26/salmaa-ou-truta-salmonada-entenda-as-diferencas.ghtml>. Acesso em: 28 ago. 2025.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção aquícola nacional: truticultura no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicador 16518, Município 16459**. In: Cidades. <Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/18/16459?indicador=16518&tipo=grafico>>. Acesso em: 03 set. 2025.
- PEREIRA, G. R.; ELIAS, M. A. Análise do perfil dos consumidores de peixes em Gaspar (SC). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, e50510212706, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12706>.
- SEAFOOD BRASIL. **Veja qual é o consumo per capita de pescado no Brasil**. <Disponível em: <https://www.seafoodbrasil.com.br/veja-qual-e-o-consumo-per-capita-de-pescado-no-brasil>>. Acesso em: 3 set. 2025.
- UFRJ. **Truta arco-íris no Brasil: histórico de introdução e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/17433>. Acesso em: 28 ago. 2025.