

Sistema de Gestão do Consórcio Pesquisa Café - ConCafé

PROPOSTA

Chamada

Edital: **22/2024 - Chamada Geral P&D**

Tipo de Projeto: **Tipo II (Desenvolvimento e Validação)**

Desafio de Inovação:

Projeto

Código/Protocolo: **477**

Título do Projeto: **Monitoramento Inteligente de Parâmetros Químicos do Solo e Controle da Fermentação do Café com Tecnologia IoT**

Situação do Projeto:

Líder do Projeto

Nome: **Pedro Luiz Lima Bertarini**

Instituição: **UNIVERSIDADE FEDERAL**

Vigência

Data prevista para iniciar a execução do projeto: **Janeiro de 2025**

Duração prevista do projeto: **36 meses**

Resumo

Este projeto multidisciplinar tem como objetivo a construção de dispositivos eletrônicos de baixo custo, embarcados com IoT, para monitoramento em tempo real e armazenamento de informações referentes à saúde do solo dos cafezais e à operação de fermentação dos grãos durante a pós-colheita do café. Desta forma, a proposta visa promover a transformação digital na cafeicultura, alinhando-se às diretrizes da agricultura 4.0 e fortalecendo a cadeia produtiva de cafés especiais no Cerrado Mineiro.

Para monitorar a saúde do solo, os dispositivos serão capazes de medir o pH, umidade, a condutividade elétrica e os níveis de NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), fornecendo dados, em tempo real, que apoiem o produtor para a gestão e tomadas de decisão acerca de ações de correção de fertilidade do solo.

Paralelamente, o dispositivo destinado à operação de fermentação dos grãos irá monitorar variáveis de temperatura, pH do meio, além das concentrações de monóxido e dióxido de carbono no headspace do reator, proporcionando o acompanhamento das operações de fermentação e os possíveis impactos na qualidade sensorial da bebida.

Ambos os dispositivos serão baseados na tecnologia IoT e terão módulos de conectividade e transmissão de dados, alimentando um banco de dados em nuvem, previamente tratado, cujas informações e indicadores estarão acessíveis em tempo real para os produtores. A integração e análise desses dados será realizada utilizando algoritmos de aprendizado de máquina e técnicas estatísticas multivariadas, auxiliando os produtores nas tomadas de decisão tanto antes da colheita, quanto na operação de fermentação na pós-colheita.

O projeto não só busca atender às demandas de mercado por cafés especiais com perfis sensoriais distintos, mas também abrir novas possibilidades de nichos de mercado, promovendo inovação, sustentabilidade e excelência em qualidade.

Objetivo Geral

Desenvolver e implementar dispositivos eletrônicos de baixo custo, integrados com tecnologia IoT, para monitoramento instantâneo da saúde do solo dos cafezais e da operação de fermentação dos grãos de café, com o intuito de promover a transformação digital na cafeicultura, melhorar a qualidade sensorial das bebidas e fortalecer a cadeia produtiva de cafés especiais no Cerrado Mineiro.

Objetivos Específicos

- 1. Acompanhar e orientar 100% da liberação dos recursos financeiros aprovados dentro dos prazos estabelecidos.
- 2. Concluir o acompanhamento de 100% dos processos de compras de materiais e serviços necessários para as atividades do projeto, garantindo conformidade com as especificações e prazos.
- 3. Estabelecer parcerias formais com pelo menos três produtores de café para a realização de experimentos no prazo de 6 meses.
- 4. Projetar e construir 5 protótipos funcionais de dispositivos eletrônicos de baixo custo baseados em IoT para o monitoramento do pH, umidade, condutividade elétrica e níveis de NPK do solo até o final do primeiro ano do projeto.
- 5. Projetar e construir 5 protótipos de dispositivos de monitoramento da fermentação dos grãos de café, medindo temperatura, pH, monóxido e dióxido de carbono, até o final do segundo semestre do projeto.
- 6. Implementar a tecnologia de comunicação garantindo transmissão de dados em tempo real um sistema de banco de dados em nuvem até o terceiro semestre do projeto.
- 7. Desenvolver e validar algoritmos de aprendizado de máquina e técnicas estatísticas multivariadas para análise dos dados, gerando relatórios de insights para os produtores até o terceiro semestre do projeto.
- 8. Treinar pelo menos 30 produtores de café na utilização dos dispositivos e interpretação dos dados até o final do terceiro ano do projeto.
- 9. Organizar 3 eventos e seminários para disseminação das tecnologias e resultados do projeto entre os principais atores da cadeia produtiva do café e a academia dentro do período do projeto.
- 10. Publicar 3 artigos científicos em revistas especializadas até o final do projeto.
- 11. Submeter pelo menos 2 pedidos de patente para proteger as inovações tecnológicas desenvolvidas no projeto até o final do projeto.

Palavras-Chave

IoT na cafeicultura, Monitoramento de solo, Fermentação de café, Agricultura 4.0, Cafés especiais

Resultados Esperados

Resultado Nº: 1

Vinculado a Solução para Inovação: **01 - Gestão do Projeto**

Categoria de Resultado: **Apoio à Inovação**

Tipo de Resultado: **Processo ou metodologia com fins organizacionais e gerenciais**

Descrição: **Gestão eficiente de recursos financeiros, com 100% de alocação conforme o previsto, gestão de pessoas com 100% das atribuições cumpridas, atividades realizadas dentro do cronograma e metas alcançadas com 100% de conformidade, resultando na entrega dos resultados planejados no prazo e com qualidade esperada.**

Ano de previsão de alcance: **2027**

Responsável: **Pedro Luiz Lima Bertarini**

Situação do Resultado: **Previsto**

Resultado Nº: 2

Vinculado a Solução para Inovação: **02 - Solução para Inovação**

Categoria de Resultado: **Ativos Tecnológicos**

Tipo de Resultado: **Máquinas e/ou implementos**

Descrição: **Protótipo funcional de um dispositivo eletrônico de baixo custo para o monitoramento do pH, umidade, condutividade elétrica e níveis de NPK do solo.**

TRLs x Ano		
TRL	Ano	Responsável
TRL/MRL 5	2027	Pedro Luiz Lima Bertarini

Dados de Referência Técnica				
Coeficiente Técnico	Unidade de medida	Valor de referência	Referência bibliográfica	Tipo

Precisão das medições	% de erro	3%	DHANDE, A.; RAIPURE, A. V.; DESHMUKH, S. M. Real-time monitoring of crop growth using soil moisture sensor. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, v. 4, n. 4, p. 14095-14121, 2015. DOI: 10.17148/IJARCCE.2015.44123.	Original
Consumo energético	Watts (W)	10 W	AN, J.; YU, W.; ZHAO, Q.; YIN, Y.; WU, X. Intelligent agriculture system using low energy and efficient data collection and analysis. IEEE Transactions on Industrial Informatics, v. 16, n. 12, p. 7452-7460, 2020. DOI: 10.1109/TII.2020.3003707.	Original
Tempo de resposta	Segundos (s)	< 5 s	VALENTE, D. S. M.; COELHO, A. L. de F.; QUEIROZ, D. M. de; NASCIMENTO, P. E. M. Agriculture 4.0: Intelligent systems for digital farming. IEEE Transactions on Industrial Informatics, v. 16, n. 10, p. 6303-6311, 2020. DOI: 10.1109/TII.2020.2987468.	Original
Autonomia de trabalho	Horas	> 12 h	SOUSA, E. D. T. S.; QUEIROZ, D. M. de; COELHO, A. L. de F.; VALENTE, D. S. M. Development of a portable multisensor platform for soil mapping. Revista Ciência Agronômica, v. 54, e20217886, 2023. DOI: 10.5935/1806-6690.20230008.	Original

Robustez mecânica/elétrica	Horas de operação sem falhas (MTBF - Mean Time Between Failures)	1000 horas	XUE, J.; BROWN, P. L.; HE, W.; ZHOU, W.; CHEN, W.; SHAO, Y. Design and testing of electronic devices for harsh environments. IEEE Transactions on Industrial Electronics, v. 67, n. 7, p. 5823-5833, 2020. DOI: 10.1109/TIE.2019.2939631.	Original
----------------------------	--	------------	---	----------

Resultado Nº: 3

Vinculado a Solução para Inovação: **02 - Solução para Inovação**

Categoria de Resultado: **Ativos Tecnológicos**

Tipo de Resultado: **Máquinas e/ou implementos**

Descrição: **Protótipo funcional de um dispositivo eletrônico de baixo custo para o monitoramento de variáveis do processo de fermentação dos grãos de café, como temperatura, pH, CO e CO2.**

TRLs x Ano		
TRL	Ano	Responsável
TRL/MRL 5	2027	Pedro Luiz Lima Bertarini

Dados de Referência Técnica				
Coeficiente Técnico	Unidade de medida	Valor de referência	Referência bibliográfica	Tipo
Precisão das medições	% de erro	3%	DHANDE, A.; RAIPURE, A. V.; DESHMUKH, S. M. Real-time monitoring of crop growth using soil moisture sensor. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, v. 4, n. 4, p. 14095-14121, 2015. DOI: 10.17148/IJARCCE.2015.44123.	Original

Consumo energético	Watts (W)	10 W	AN, J.; YU, W.; ZHAO, Q.; YIN, Y.; WU, X. Intelligent agriculture system using low energy and efficient data collection and analysis. IEEE Transactions on Industrial Informatics, v. 16, n. 12, p. 7452-7460, 2020. DOI: 10.1109/TII.2020.3003707.	Original
Tempo de resposta	Segundos (s)	< 5 s	VALENTE, D. S. M.; COELHO, A. L. de F.; QUEIROZ, D. M. de; NASCIMENTO, P. E. M. Agriculture 4.0: Intelligent systems for digital farming. IEEE Transactions on Industrial Informatics, v. 16, n. 10, p. 6303-6311, 2020. DOI: 10.1109/TII.2020.2987468.	Original
Autonomia de trabalho	Horas	> 12 h	SOUSA, E. D. T. S.; QUEIROZ, D. M. de; COELHO, A. L. de F.; VALENTE, D. S. M. Development of a portable multisensor platform for soil mapping. Revista Ciência Agronômica, v. 54, e20217886, 2023. DOI: 10.5935/1806-6690.20230008.	Original
Robustez mecânica/elétrica	Horas de operação sem falhas (MTBF - Mean Time Between Failures)	1000 horas	XUE, J.; BROWN, P. L.; HE, W.; ZHOU, W.; CHEN, W.; SHAO, Y. Design and testing of electronic devices for harsh environments. IEEE Transactions on Industrial Electronics, v. 67, n. 7, p. 5823-5833, 2020. DOI: 10.1109/TIE.2019.2939631.	Original

Resultado Nº: 4

Vinculado a Solução para Inovação: **02 - Solução para Inovação**

Categoria de Resultado: **Ativos Pré-Tecnológicos**

Tipo de Resultado: **Banco de dados**

Descrição: **Plataforma online e banco de dados em nuvem para armazenar e gerenciar informações coletadas pelos dispositivos de monitoramento de solo e fermentação.**

Ano de previsão de alcance: **2026**

Responsável: **MATHEUS DE SOUZA GOMES**

Situação do Resultado: **Previsto**

Resultado Nº: 5

Vinculado a Solução para Inovação: **02 - Solução para Inovação**

Categoria de Resultado: **Ativos Pré-Tecnológicos**

Tipo de Resultado: **Procedimento informatizado**

Descrição: **Algoritmos de aprendizado de máquina desenvolvidos e implementados na plataforma online, capazes de analisar dados coletados e gerar insights para a tomada de decisões relacionadas ao manejo do solo e processos de fermentação.**

Ano de previsão de alcance: **2027**

Responsável: **Laurence Rodrigues do Amaral**

Situação do Resultado: **Previsto**

Resultado Nº: 6

Vinculado a Solução para Inovação: **02 - Solução para Inovação**

Categoria de Resultado: **Ativos Pré-Tecnológicos**

Tipo de Resultado: **Metodologia técnico-científica**

Descrição: **Protocolo para validação dos dispositivos de monitoramento de solo e fermentação em campo, demonstrando a eficácia e precisão dos dispositivos em condições reais de cultivo e pós-colheita.**

Ano de previsão de alcance: **2027**

Responsável: **Thomás Valente de Oliveira**

Situação do Resultado: **Previsto**

Resultado Nº: 7

Vinculado a Solução para Inovação: **03 - Solução para Inovação**

Categoria de Resultado: **Ativos Pré-Tecnológicos**

Tipo de Resultado: **Metodologia técnico-científica**

Descrição: **Organização e execução de três eventos para disseminar as tecnologias desenvolvidas e os resultados do projeto, incluindo apresentações, workshops e discussões com os principais atores da cadeia de produção de café e a academia.**

Ano de previsão de alcance: **2027**

Responsável: **MATHEUS DE SOUZA GOMES**

Situação do Resultado: **Previsto**

Resultado Nº: 8

Vinculado a Solução para Inovação: **03 - Solução para Inovação**

Categoria de Resultado: **Ativos Pré-Tecnológicos**

Tipo de Resultado: **Metodologia técnico-científica**

Descrição: **Publicação de artigos científicos em revistas especializadas, compartilhando os resultados e inovações tecnológicas do projeto, detalhando o desenvolvimento e validação dos dispositivos e metodologias, contribuindo para o avanço da pesquisa na área de cafeicultura e tecnologia agrícola.**

Ano de previsão de alcance: **2027**

Responsável: **Líbia Diniz Santos**

Situação do Resultado: **Previsto**

Resultado Nº: 9

Vinculado a Solução para Inovação: **03 - Solução para Inovação**

Categoria de Resultado: **Ativos Pré-Tecnológicos**

Tipo de Resultado: **Metodologia técnico-científica**

Descrição: **Pedidos de patente submetidos e registrados para proteger as inovações tecnológicas desenvolvidas durante o projeto, incluindo os dispositivos de monitoramento de solo e fermentação, bem como os algoritmos de aprendizado de máquina e a plataforma de banco de dados.**

Ano de previsão de alcance: **2027**

Responsável: **Thomás Valente de Oliveira**

Situação do Resultado: **Previsto**

Resultado Nº: 10

Vinculado a Solução para Inovação: **03 - Solução para Inovação**

Categoria de Resultado: **Ativos Pré-Tecnológicos**

Tipo de Resultado: **Procedimento informatizado**

Descrição: **Produção de materiais de divulgação, como vídeos, manuais de uso dos dispositivos e artigos de divulgação acessíveis ao público em geral de forma a promover a tecnologia desenvolvida, facilitar a adoção pelos produtores e aumentar a conscientização sobre os benefícios das inovações.**

Ano de previsão de alcance: **2027**

Responsável: **MATHEUS DE SOUZA GOMES**

Situação do Resultado: **Previsto**

EQUIPE TÉCNICA

Equipe Técnica do Projeto

Nome	Função	Instituição	E-mail
Daniel de Oliveira Ferreira	Colaborador, Responsável por Atividade	UNIVERSIDADE FEDERAL	danieldeoliveira@ufu.br
Gefferson Pereira da Paixão	Colaborador	UFV	gefferson.paixao@ufv.br
Laurence Rodrigues do Amaral	Colaborador, Responsável por Atividade	UNIVERSIDADE FEDERAL	laurence@ufu.br
Líbia Diniz Santos	Colaborador, Responsável por Atividade	UNIVERSIDADE FEDERAL	libia@ufu.br
Lívia Carneiro Fidélis Silva	Colaborador	UNIVERSIDADE FEDERAL	livia.fidelis@ufu.br
MATHEUS DE SOUZA GOMES	Colaborador, Responsável por Atividade, Responsável por Plano de Ação/Solução para Inovação	UNIVERSIDADE FEDERAL	souzagomes.matheus@gmail.com
Pedro Luiz Lima Bertarini	Responsável por Atividade, Colaborador, Responsável por Plano de Ação/Solução para Inovação, Líder de Projeto	UNIVERSIDADE FEDERAL	bertarini@ufu.br
RENATA ABADIA REIS ROCHA	Colaborador	UNIVERSIDADE FEDERAL	renata.ufvcrp@gmail.com
Thomás Valente de Oliveira	Colaborador, Responsável por Atividade	UNIVERSIDADE FEDERAL	thomas.oliveira@ufu.br

DETALHAMENTO DO PROJETO

Caracterização do Problema e Justificativa da Proposta

A produção de café no Brasil, especialmente na região do Cerrado Mineiro, é uma atividade econômica de grande importância, conhecida pelo grande volume e pela qualidade dos cafés produzidos. No entanto, a produtividade da lavoura e a qualidade sensorial da bebida podem ser comprometidas por fatores anteriores à colheita, como a fertilidade do solo, e após a colheita, como as operações de fermentação dos grãos e secagem. A ausência de um monitoramento preciso e em tempo real desses fatores pode resultar em decisões baseadas na experiência empírica, levando a prejuízos na produtividade, na qualidade do café e, consequentemente, em perdas econômicas.

O uso de sensores para monitoramento de variáveis do solo e dos processos de fermentação tem ganhado destaque como solução para aumentar a eficiência e a sustentabilidade da produção agrícola. Viscarra Rossel e Bouma (2016) mostraram que a introdução de sensores na agricultura pode transformar a produção, permitindo abordagens inovadoras que melhoram a eficiência e minimizam os impactos ambientais, caracterizando as condições locais do solo e do ambiente em espaço e tempo (Viscarra Rossel & Bouma, 2016). Tecnologias recentes em sensores, aliadas aos avanços em tecnologias de informação e comunicação, têm despertado o interesse pelo uso de dispositivos de monitoramento do solo, que facilitam a determinação e o monitoramento de atributos físicos e bioquímicos do solo, como nutrientes e água.

Como exemplos, pode-se citar o estudo de Catubis et al. (2024), que demonstrou que o uso de sistemas de irrigação inteligentes (SMART irrigation systems) pode melhorar o crescimento de mudas de café, evidenciando a importância de tecnologias de sensoriamento e comunicação para otimizar as condições de cultivo e tomar decisões de forma automática, melhorando a qualidade do café produzido (Catubis et al., 2024). De forma complementar, recentemente, Sabbar et al. (2024) demonstrou em seu trabalho como tecnologias de sensoriamento podem ser aplicadas na agricultura de precisão para melhorar o manejo do solo e a eficiência dos recursos. Essas tecnologias permitem um monitoramento contínuo e detalhado das condições do solo, auxiliando na tomada de decisões e promovendo práticas agrícolas sustentáveis.

Além destes, outros estudos também destacam a importância da digitalização e o emprego de tecnologias avançadas na agricultura, como, por exemplo, Alves et al. (2022) que avaliaram algoritmos de aprendizado de máquina para prever a produtividade do café arábica, concluindo que variáveis relacionadas ao estado nutricional das plantas são mais importantes do que variáveis de sensoriamento remoto, destacando a relevância de um monitoramento preciso para maximizar a produtividade.

No contexto da fermentação do café, em um trabalho anterior desenvolvido pelos proponentes deste projeto (Bertarini et al., 2023), foi construído um dispositivo eletrônico de baixo custo para monitoramento de temperatura e pH durante a fermentação dos grãos de café. O dispositivo, utilizando técnicas de inteligência artificial, demonstrou alta precisão ($R^2=0,90$ e erro médio quadrático de 0,28), indicando seu potencial para melhorar a padronização e a qualidade do processo fermentativo (Bertarini et al., 2023).

A importância de se implementar tecnologia de Internet das Coisas (IoT) neste tipo de dispositivo de monitoramento agrícola/agroindustrial reside na sua capacidade de fornecer dados em tempo real e apoiar as decisões do gestor, ou mesmo possibilitar tomadas de decisões autônomas. Segundo Viscarra Rossel & Bouma (2016), o uso de sensores inteligentes e miniaturizados baseados na tecnologia IoT, podem transformar a agricultura de precisão, permitindo o monitoramento contínuo das condições do solo e das culturas, promovendo a sustentabilidade e a produtividade.

Este projeto propõe, portanto, a construção de dois diferentes dispositivos eletrônicos de baixo custo, baseados na tecnologia IoT, para monitoramento instantâneo e armazenamento de informações sobre as variáveis que demonstram o estado nutricional do solo e o acompanhamento da operação de fermentação de café na pós-colheita. Por possuírem tecnologia IoT, estes dispositivos terão a capacidade de coletar e transmitir dados em tempo real, auxiliando os produtores na tomada de decisões mais racionais e menos empíricas. O monitoramento do pH, condutividade elétrica e níveis de NPK do solo permitirá uma gestão mais eficaz da fertilidade, enquanto o controle de temperatura, pH e concentrações de CO e CO₂ durante a fermentação dos grãos influenciará diretamente na qualidade sensorial da bebida na xícara.

Os objetivos propostos conectam-se diretamente à necessidade de melhorar a consistência da produtividade e da qualidade dos grãos de café por meio do monitoramento preciso e controle das variáveis críticas. O projeto também visa promover a sustentabilidade na cafeicultura, demonstrando como o monitoramento preciso e o controle da fermentação podem reduzir desperdícios e melhorar a qualidade do café.

Como é sabido, os sensores tradicionais, embora úteis, são frequentemente caros e inacessíveis para os produtores. Além disso, o monitoramento manual muitas vezes é impreciso e sujeito a erros humanos. A abordagem proposta, utilizando tecnologias avançadas para fornecer monitoramento em tempo real e análise de dados, permite decisões informadas e precisas.

Por este motivo, entende-se que a estratégia de digitalização da cafeicultura aqui apresentada é adequada porque o desenvolvimento de dispositivos de baixo custo torna a tecnologia acessível do pequeno ao

grande produtor. De forma complementar, a integração com IoT permite a comunicação em tempo real dos dados coletados, oferecendo um monitoramento contínuo e preciso. Por fim, o uso de algoritmos de aprendizado de máquina e técnicas estatísticas multivariadas fornecerá insights valiosos que não são possíveis com métodos tradicionais.

Em relação ao dispositivo de monitoramento da operação de fermentação, o projeto é uma continuação do trabalho de nossa equipe (Bertarini et al., 2023), que, atualmente, está em estágio de otimização (TRL 4 e 5). Este dispositivo demonstrou funcionalidade em condições simuladas de fermentação e está pronto para ser aprimorado e validado em condições reais de campo. A adição de sensores de CO e CO₂ será uma extensão significativa do trabalho existente, permitindo um controle mais abrangente e preciso do processo fermentativo.

Hipóteses ou Questões Técnico-Científicas

Baseamos o projeto nas premissas de que:

- A saúde do solo, medida através de parâmetros como pH, condutividade elétrica e níveis de NPK, tem uma influência direta e significativa na produtividade e qualidade do café produzido.
- O monitoramento e controle precisos das variáveis do processo de fermentação (temperatura, pH, CO e CO₂) são essenciais para a obtenção de perfis sensoriais consistentes e de alta qualidade nos grãos de café.
- A implementação de dispositivos IoT para monitoramento em tempo real é viável economicamente e tecnicamente, mesmo em áreas rurais e em pequenas propriedades. Desta forma, dispositivos eletrônicos de baixo custo e fácil manuseio serão bem aceitos pelos produtores de café e contribuirão para a adoção de práticas agrícolas baseadas em dados.

A partir destas premissas, as seguintes hipóteses científicas foram elaboradas para o projeto:

Hipótese 1: O uso de sensores IoT para monitoramento em tempo real de parâmetros físico-químicos e nutricionais do solo (pH, condutividade elétrica, umidade e NPK) resultará em uma melhoria significativa na gestão da fertilidade do solo e, conseqüentemente, na produtividade dos cafezais.

Hipótese 2: O controle preciso das variáveis (temperatura, pH, CO e CO₂) durante a fermentação utilizando sensores embarcados com IoT melhorará a consistência e a qualidade sensorial do café.

Hipótese 3: A análise de dados em tempo real por meio de algoritmos de aprendizado de máquina apoiará as tomadas de decisão e a otimização das práticas de manejo do solo e dos processos fermentativos, resultando em melhorias na qualidade e produtividade do café.

Hipótese 4: Dispositivos de baixo custo com tecnologia IoT serão economicamente viáveis e acessíveis para pequenos produtores de café, promovendo a adoção de tecnologias de monitoramento em tempo real.

Metodologia

O projeto utilizará uma equipe técnica interdisciplinar, combinando aspectos tecnológicos e agrônômicos para desenvolver os dispositivos. Serão utilizados laboratórios de eletrônica e engenharia de alimentos da universidade, além de áreas experimentais em fazendas parceiras.

A metodologia será dividida em algumas etapas:

- 1) Desenvolvimento dos dispositivos: Inicialmente, será realizada uma pesquisa sobre os tipos de sensores disponíveis, sua sensibilidade e custo. Em seguida, serão projetados e construídos protótipos para medir pH, condutividade elétrica, umidade e níveis de NPK do solo, além de temperatura, pH, CO e CO₂ durante a fermentação.
- 2) Integração com IoT: Os dispositivos serão, então, integrados com tecnologia IoT para permitir a coleta e transmissão de dados em tempo real. Será desenvolvida uma plataforma com um banco de dados seguro e robusto para receber e armazenar os dados em nuvem.
- 3) Coleta de dados e calibração: Os dispositivos serão instalados em parcelas experimentais de cafezais e em processos de fermentação para coleta contínua de dados, que serão analisados e, se necessário, serão realizados ajustes de calibração para cada sensor.
- 4) Análise com algoritmos de aprendizado de máquina: Com uma quantidade significativa de dados, algoritmos de aprendizado de máquina serão implementados na plataforma para análise dos dados e identificação de padrões, para fornecimento de indicadores para apoio em tomadas de decisão.
- 5) Testes de campo e validação em ambiente operacional: Serão realizados experimentos de validação em campo em condições reais de cultivo e pós-colheita, para validar a eficácia dos dispositivos em apoiar as decisões dos produtores.
- 6) Treinamento e disseminação: Após a validação em campo, serão organizados eventos para capacitar os produtores no uso dos dispositivos e na interpretação dos dados gerados. Os resultados serão compartilhados em publicações científicas, vídeos, apresentações em conferências e eventos de extensão.

Estratégia de Ação

Para garantir o cumprimento dos compromissos estabelecidos pela equipe e alcançar os objetivos propostos no projeto, será adotada uma estratégia de ação baseada em planejamento detalhado, execução ágil e monitoramento contínuo.

Desta forma, inicialmente, será elaborado um plano de projeto detalhado, incluindo cronograma, alocação de recursos e definição de marcos principais.

Para o desenvolvimento, será necessário a contratação de serviços de terceiros, porém o acompanhamento e gestão do desenvolvimento será realizado localmente. Serão utilizadas metodologias ágeis (Scrum), promovendo ciclos curtos de trabalho (sprints) com entregas incrementais. Isso permitirá ajustes rápidos e contínuos baseados no feedback de nossa equipe durante o progresso do projeto.

De forma complementar, serão realizados ciclos contínuos de testes e validações, tanto internos quanto em campo, para garantir que os dispositivos atendam aos objetivos do projeto, sejam úteis aos produtores e funcionem conforme o esperado em diferentes condições operacionais.

O cronograma do projeto será monitorado e acompanhado de perto. Para isso, serão estabelecidos indicadores de desempenho e métricas de sucesso para monitorar o progresso do projeto e avaliar o impacto do aplicativo. Relatórios periódicos serão gerados para acompanhar os resultados e garantir que os objetivos estejam sendo alcançados. Além disso, serão levantados os potenciais riscos do projeto e serão desenvolvidos planos de mitigação para minimizar seus impactos.

Durante todo o desenvolvimento será mantida uma comunicação aberta e eficaz entre todos os membros da equipe e as partes interessadas. Além disso, pretende-se realizar reuniões periódicas, para garantir que todos os membros da equipe estejam alinhados e que os desafios do projeto sejam superados de forma rápida.

Medidas de Segurança Ambiental, Biológica e Pessoal

Durante as etapas realizadas em campo, todos os membros da equipe serão equipados com EPIs adequados, incluindo luvas, óculos de proteção, máscaras, botas e roupas apropriadas, conforme necessário para o ambiente específico. Todos os membros da equipe receberão treinamento sobre o uso correto dos EPIs, bem como sobre procedimentos de segurança para minimizar riscos durante as atividades de campo.

Embora não tenham sido identificadas situações de risco ambiental no escopo deste projeto, realizaremos avaliações regulares para monitorar e minimizar qualquer impacto potencial no meio ambiente.

Da mesma forma, embora não tenham sido identificadas situações de risco biológico, serão adotadas medidas preventivas para evitar qualquer forma de contaminação.

Informações Adicionais

Não se aplica.

Referências Bibliográficas

Viscarra Rossel, R. A., & Bouma, J. (2016). Soil sensing: A new paradigm for agriculture. *Agricultural Systems*, 148, 71-74. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.07.001>.

Alves, M. de C., Sanches, L., Pozza, E. A., Pozza, A. A. A., & Silva, F. M. da. (2022). The role of machine learning on Arabica coffee crop yield based on remote sensing and mineral nutrition monitoring. *Biosystems Engineering*, 221, 81-104. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2022.06.014>.

Bertarini, P. L. L., Rocha, R. A. R., Lopes, A., Santos, I. B., Souza, G. B. de M., & Santos, L. D. (2023). Construção de dispositivo eletrônico para monitoramento das condições de processos fermentativos no café. 24° Congresso Brasileiro de Engenharia Química.

Catubis, J. (2024). Improved growth of coffee seedlings (*Coffea arabica*) under SMART irrigation system. *Journal of Agricultural Science*.

Sabbar, R. (2024). The latest applications of remote sensing technologies for soil management in precision agriculture practices. *Earth Observation, Remote Sensing in Precision Agriculture*.

Chan, K., et al. (2024). Machine learning applications in coffee production: Predicting yield and quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.

SOLUÇÕES PARA INOVAÇÃO E ATIVIDADES

Soluções para Inovação do Projeto

Solução para Inovação: **01 - Gestão do Projeto**

Título: **Gestão do Projeto**

Responsável: **Pedro Luiz Lima Bertarini**

Instituição do Responsável: **UNIVERSIDADE FEDERAL**

Mês/Ano início: **1/2025** Duração: **36 meses**

Descrição: **O projeto será coordenado Prof. Dr. Pedro Luiz Lima Bertarini, da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia, que assumirá a responsabilidade de gerir os recursos, coordenar a equipe e garantir a execução de todas as etapas, desde a concepção até a validação dos dispositivos em ambiente operacional. O projeto acontecerá na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), que disponibilizará a infraestrutura para o desenvolvimento e teste dos dispositivos, especificamente, os laboratórios: IoT (Laboratório de Internet das Coisas), LATUR (Laboratório de Tecnologias Urbanas e Rurais), LSIM (Laboratório de Modelagem e Simulação em Engenharia de Alimentos) e LBAM (Laboratório de Bioinformática e Análises Moleculares). Em conjunto, esses laboratórios possuem infraestrutura adequada para o desenvolvimento do projeto, como computadores de alto desempenho, e um cluster de última geração equipado com servidores de alta capacidade de armazenamento, essenciais para o processamento e análise de grandes volumes de dados, utilizando técnicas de IA e estatística multivariada. Será elaborado um colegiado gestor do projeto, formado pelo líder do projeto e demais pesquisadores responsáveis pelas diversas atividades a serem desenvolvidas. Este colegiado será responsável por decisões estratégicas e pela supervisão do projeto, assegurando sua continuidade conforme o planejado e que quaisquer desvios sejam rapidamente corrigidos. Será estabelecido um canal de comunicação centralizado para a equipe, utilizando a plataforma de gerenciamento de projetos MS Trello, facilitando a coordenação e o acompanhamento das atividades em tempo real. E, além disso, relatórios de progresso serão elaborados trimestralmente, detalhando as atividades realizadas, resultados alcançados e planos para as próximas etapas. Esses relatórios permitirão uma avaliação contínua do andamento do projeto, assegurando que os objetivos sejam alcançados dentro dos prazos estabelecidos.**

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Gestão de recursos e parcerias	Pedro Luiz Lima Bertarini	UNIVERSIDADE FEDERAL	1/2025	36 meses

Descrição: **Garantir a alocação adequada de recursos humanos, técnicos e financeiros, monitorando sua utilização para evitar desperdícios e assegurar a disponibilidade de materiais e equipamentos necessários em cada fase do projeto. Estabelecer parcerias com produtores de café e outras instituições relevantes.**

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Monitoramento e avaliação contínua	Pedro Luiz Lima Bertarini	UNIVERSIDADE FEDERAL	1/2025	36 meses

Descrição: **Realizar reuniões periódicas para monitoramento do progresso do projeto, identificação de possíveis riscos e implementação de ações corretivas. Elaborar relatórios de progresso trimestrais para garantir a transparência e a comunicação eficiente entre todos os membros da equipe e demais envolvidos no processo de desenvolvimento.**

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Formação da equipe e planejamento inicial	Pedro Luiz Lima Bertarini	UNIVERSIDADE FEDERAL	1/2025	36 meses

Descrição: Selecionar os membros da equipe com competências específicas nas áreas de engenharia de alimentos, agrícola, inteligência artificial e automação. Definir o cronograma detalhado e elaborar o plano de ação para as atividades do projeto. Esta atividade também incluirá reuniões para alinhamento dos objetivos e das expectativas de todos os envolvidos.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Comunicação e disseminação de resultados	Pedro Luiz Lima Bertarini	UNIVERSIDADE FEDERAL	1/2025	36 meses

Descrição: Manter uma comunicação aberta e eficaz entre todos os membros da equipe e as partes interessadas. Utilizar plataformas de gerenciamento de projetos como MS Trello para coordenação e comunicação. Organizar eventos de divulgação e publicações periódicas sobre o progresso do projeto.

Solução para Inovação: **02 - Solução para Inovação**

Título: **Desenvolvimento de dispositivos embarcados com IoT para monitoramento de solo e fermentação de café**

Responsável: **Pedro Luiz Lima Bertarini**

Instituição do Responsável: **UNIVERSIDADE FEDERAL**

Mês/Ano início: **1/2025**

Duração: **36 meses**

Descrição: Este subprojeto visa desenvolver e implementar dispositivos eletrônicos de baixo custo, integrados com tecnologia IoT, para monitoramento de variáveis físico-químicas e nutricionais do solo (pH, umidade, condutividade elétrica e níveis de NPK) e variáveis do processo fermentativo de café (temperatura, pH, CO e CO₂). A solução inclui a criação de um sistema de banco de dados em nuvem para armazenar e gerenciar as informações coletadas e o desenvolvimento de algoritmos de aprendizado de máquina para analisar os dados e fornecer insights úteis para os produtores. Além disso, serão realizados testes de campo para calibração e validação dos dispositivos, bem como treinamento dos produtores na utilização dos dispositivos e interpretação dos dados.

Benefícios e Diferencial: Os dispositivos aqui propostos permitirão um monitoramento contínuo e em tempo real das condições do solo e do processo de fermentação de cafés, proporcionando dados precisos e atualizados para os produtores. O diferencial exclusivo desta solução é a integração de tecnologia IoT e algoritmos de aprendizado de máquina, que fornecerão insights acionáveis e personalizados, promovendo uma gestão agrícola baseada em dados. Comparado a outras soluções, estes dispositivos são economicamente acessíveis, fáceis de usar e fornecem uma comunicação instantânea via nuvem, garantindo que os produtores possam tomar decisões informadas rapidamente.

Aplicações: A solução se aplica diretamente aos produtores de café, especialmente aqueles localizados na região do Cerrado Mineiro. O público-alvo inclui de pequenos a grandes produtores que buscam melhorar a produtividade e a qualidade do café por meio de práticas agrícolas modernas e baseadas em dados. Além disso, a solução também pode ser adotada por instituições de pesquisa e universidades que trabalham com agricultura de precisão e tecnologias IoT.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Projeto dos protótipos	Daniel de Oliveira Ferreira	UNIVERSIDADE FEDERAL	3/2025	3 meses

Descrição: Desenvolver os projetos detalhados dos protótipos para os dispositivos de monitoramento de

solo e de fermentação. Esta atividade incluirá a definição das especificações técnicas, a criação de esquemas elétricos e a seleção de componentes. Os projetos serão revisados por especialistas em engenharia eletrônica e agricultura de precisão.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Construção dos protótipos	Pedro Luiz Lima Bertarini	UNIVERSIDADE FEDERAL	6/2025	4 meses

Descrição:

Construir os protótipos dos dispositivos utilizando os componentes selecionados. A construção será realizada nos laboratórios de eletrônica e engenharia de alimentos da UFU, com suporte de técnicos e alunos de graduação. Serão realizados testes iniciais para garantir o funcionamento dos protótipos conforme o projeto.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Desenvolvimento de Algoritmos de IA	Laurence Rodrigues do Amaral	UNIVERSIDADE FEDERAL	3/2027	4 meses

Descrição:

Desenvolver e implementar algoritmos de aprendizado de máquina na plataforma online para analisar os dados coletados. Serão utilizados métodos como redes neurais, aprendizado de máquina, regressões multivariadas e árvores de decisão para identificar padrões e gerar insights. Esta atividade será realizada por cientistas de dados.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Levantamento de sensores disponíveis	Thomás Valente de Oliveira	UNIVERSIDADE FEDERAL	1/2025	2 meses

Descrição:

Realizar um levantamento detalhado dos sensores disponíveis no mercado para medir pH, condutividade elétrica, umidade e níveis de NPK do solo, além de temperatura, pH, CO e CO2 para fermentação. Avaliar a sensibilidade, precisão, custo-benefício e compatibilidade com tecnologia IoT de cada sensor. Este levantamento será conduzido por engenheiros eletrônicos e químicos, utilizando bases de dados de fornecedores e literatura técnica.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Desenvolvimento da plataforma e banco de dados	Laurence Rodrigues do Amaral	UNIVERSIDADE FEDERAL	1/2026	5 meses

Descrição:

Criar uma plataforma online com um banco de dados robusto e seguro para receber e armazenar os dados coletados pelos dispositivos. A plataforma será desenvolvida por cientistas de dados e engenheiros de software, utilizando técnicas de big data e segurança da informação.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Calibração dos dispositivos	Thomás Valente de Oliveira	UNIVERSIDADE FEDERAL	6/2026	3 meses

Descrição:

Realizar testes de laboratório para calibrar os sensores dos dispositivos. Serão utilizados padrões conhecidos para verificar e ajustar a precisão dos sensores. Esta atividade será conduzida em colaboração com especialistas em química analítica e metrologia.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Integração com tecnologia IoT	Pedro Luiz Lima Bertarini	UNIVERSIDADE FEDERAL	10/2025	3 meses

Descrição:

Integrar os dispositivos com tecnologia IoT para permitir a coleta de dados em tempo real. Esta atividade incluirá a programação dos firmwares, configuração dos módulos de comunicação e testes de conectividade. A integração será realizada por engenheiros eletrônicos e cientistas de dados.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Testes de campo e validação	Líbia Diniz Santos	UNIVERSIDADE FEDERAL	9/2026	6 meses

Descrição:

Instalar os dispositivos em parcelas experimentais de cafezais e em processos de fermentação para coleta contínua de dados em condições reais. Os dados serão analisados para avaliar a eficácia e a precisão dos dispositivos. Serão realizados testes estatísticos para validar os resultados, incluindo análises de variância (ANOVA) e regressões multivariadas.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Treinamento de Produtores	Pedro Luiz Lima Bertarini	UNIVERSIDADE FEDERAL	7/2027	3 meses

Descrição:

Organizar eventos de divulgação e capacitação para ensinar os produtores a utilizar os dispositivos e interpretar os dados gerados. O treinamento será conduzido por especialistas em agricultura de precisão e tecnologia IoT, com suporte de extensionistas agrícolas.

Solução para Inovação: **03 - Solução para Inovação**

Título: **Disseminação e proteção das inovações tecnológicas na cafeicultura**

Responsável: **MATHEUS DE SOUZA GOMES**

Instituição do Responsável: **UNIVERSIDADE FEDERAL**

Mês/Ano início: **1/2027**

Duração: **12 meses**

Descrição: Este subprojeto tem como objetivo disseminar as tecnologias desenvolvidas e os resultados do projeto para os atores da cadeia de produção de café e para a academia por meio da organização de eventos e seminários. Além disso, visa publicar artigos científicos em revistas especializadas para compartilhar os resultados com a comunidade acadêmica e submeter pedidos de patente para proteger as inovações tecnológicas desenvolvidas durante o projeto, garantindo que o conhecimento gerado seja acessível, promovendo a adoção de práticas agrícolas baseadas em dados e protegendo os direitos de propriedade intelectual das inovações.

Benefícios e Diferencial: A disseminação das tecnologias desenvolvidas permitirá que um maior número de produtores e instituições adotem práticas agrícolas inovadoras, aumentando a sustentabilidade e a qualidade da produção de café. A publicação de artigos científicos garantirá a validação e a disseminação do conhecimento gerado entre outros pesquisados, fortalecendo a base científica da cafeicultura. Já a submissão de pedidos de patente protegerá as inovações, assegurando que os benefícios econômicos e tecnológicos do projeto sejam resguardados. O diferencial exclusivo deste subprojeto é a combinação de atividades de divulgação científica e proteção intelectual, garantindo que o conhecimento e as tecnologias desenvolvidas sejam amplamente reconhecidos e utilizados.

Aplicações: Este subprojeto é direcionado a produtores de café, pesquisadores, acadêmicos e instituições envolvidas na cadeia de produção do café. As atividades de disseminação e os materiais publicados visam educar e capacitar esses grupos, promovendo uma adoção mais ampla das tecnologias desenvolvidas e incentivando práticas agrícolas sustentáveis e inovadoras. Além disso, a proteção das inovações tecnológicas através de patentes assegura que as descobertas feitas no projeto contribuam para a competitividade e a inovação contínua na cafeicultura.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Planejamento e organização de eventos e seminários	MATHEUS DE SOUZA GOMES	UNIVERSIDADE FEDERAL	1/2027	6 meses

Descrição: Planejar detalhadamente três eventos e seminários que serão realizados para disseminar as tecnologias desenvolvidas e os resultados do projeto. Esta atividade incluirá a definição do

público-alvo, seleção de temas e palestrantes, escolha de locais, e elaboração de cronogramas. Serão considerados tanto eventos presenciais quanto online para alcançar uma audiência ampla. Além disso, organizar e realizar os eventos, coordenando toda a logística necessária, incluindo reserva de locais, gestão de inscrições, promoção dos eventos, e coordenação dos palestrantes. Esta atividade envolverá a colaboração de uma equipe de comunicação e eventos, além do suporte técnico para apresentações e workshops.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Preparação e submissão dos pedidos de patente	Thomás Valente de Oliveira	UNIVERSIDADE FEDERAL	7/2027	6 meses

Descrição: Preparar a documentação necessária para os pedidos de patente das inovações tecnológicas desenvolvidas no projeto. Esta atividade incluirá a descrição detalhada das tecnologias, a elaboração dos desenhos técnicos, e a redação das reivindicações de patente. A equipe de pesquisadores trabalhará em conjunto com especialistas em propriedade intelectual para garantir a proteção adequada das inovações. Em seguida, submeter os pedidos de patente ao INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) e a outras autoridades de patentes internacionais, conforme necessário. Esta atividade incluirá o acompanhamento do processo de exame dos pedidos e a resposta a quaisquer exigências técnicas que possam surgir durante o exame.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Divulgação dos resultados e tecnologias	Líbia Diniz Santos	UNIVERSIDADE FEDERAL	8/2027	4 meses

Descrição: Divulgar amplamente os resultados e as tecnologias desenvolvidas através de diversos canais, incluindo publicações em revistas populares, apresentações em conferências, e materiais educativos. A atividade incluirá a criação de vídeos, manuais de uso dos dispositivos e artigos de divulgação acessíveis ao público em geral. Serão utilizados diversos meios de comunicação para alcançar uma audiência ampla e diversificada.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Redação, revisão e submissão de artigos científicos	Pedro Luiz Lima Bertarini	UNIVERSIDADE FEDERAL	1/2027	6 meses

Descrição: Escrever e revisar artigos científicos detalhando os resultados e as inovações tecnológicas do projeto. Cada artigo será submetido a revistas científicas especializadas, após uma revisão rigorosa para garantir a qualidade e a clareza. Serão selecionadas revistas de alto impacto na área de agricultura de precisão e tecnologia IoT, com Qualis Capes A1, A2 ou A3. A equipe de pesquisa, incluindo professores e alunos de pós-graduação, será responsável pela redação e revisão dos manuscritos.

Atividade	Responsável	Instituição	Início	Duração
Participação em eventos para divulgação das tecnologias	Pedro Luiz Lima Bertarini	UNIVERSIDADE FEDERAL	1/2027	12 meses

Descrição: Participação em congressos, feiras e seminários para apresentação e divulgação das tecnologias.

Por Ano/Solução para Inovação

Custeio

Solução para Inovação	2025	2026	2027		Total
01 - Gestão do Projeto	R\$ 29.000,00	-	-	-	R\$ 29.000,00
02 - Solução para Inovação	R\$ 149.400,00	R\$ 77.600,00	R\$ 69.000,00	-	R\$ 296.000,00
03 - Solução para Inovação	-	-	R\$ 214.040,00	-	R\$ 214.040,00

Por Ano/Atividade

Custeio					
Atividade	2025	2026	2027		Total
Calibração dos dispositivos	-	R\$ 15.000,00	-	-	R\$ 15.000,00
Comunicação e disseminação de resultados	R\$ 3.000,00	-	-	-	R\$ 3.000,00
Construção dos protótipos	R\$ 99.000,00	-	-	-	R\$ 99.000,00
Desenvolvimento da plataforma e banco de dados	-	R\$ 26.400,00	-	-	R\$ 26.400,00
Desenvolvimento de Algoritmos de IA	-	-	R\$ 21.000,00	-	R\$ 21.000,00
Divulgação dos resultados e tecnologias	-	-	R\$ 17.000,00	-	R\$ 17.000,00
Gestão de recursos e parcerias	R\$ 26.000,00	-	-	-	R\$ 26.000,00
Integração com tecnologia IoT	R\$ 26.400,00	-	-	-	R\$ 26.400,00
Participação em eventos para divulgação das tecnologias	-	-	R\$ 77.040,00	-	R\$ 77.040,00
Planejamento e organização de eventos e seminários	-	-	R\$ 45.000,00	-	R\$ 45.000,00
Preparação e submissão dos pedidos de patente	-	-	R\$ 30.000,00	-	R\$ 30.000,00
Projeto dos protótipos	R\$ 24.000,00	-	-	-	R\$ 24.000,00
Redação, revisão e submissão de artigos científicos	-	-	R\$ 45.000,00	-	R\$ 45.000,00

Testes de campo e validação	-	R\$ 36.200,00	-	-	R\$ 36.200,00
Treinamento de Produtores	-	-	R\$ 48.000,00	-	R\$ 48.000,00

Por Origem de Recurso/Ano

Custeio

Ano	Solicitado			Total
2025	R\$ 178.400,00	-	-	R\$ 178.400,00
2026	R\$ 77.600,00	-	-	R\$ 77.600,00
2027	R\$ 283.040,00	-	-	R\$ 283.040,00

Por Ano/Natureza de Despesa

Custeio					
Natureza de Despesa	2025	2026	2027		Total
Diárias	-	-	R\$ 71.040,00	-	R\$ 71.040,00
Material de Consumo	R\$ 78.000,00	R\$ 6.200,00	-	-	R\$ 84.200,00
Passagens e Despesas com locomoção	-	R\$ 30.000,00	R\$ 54.000,00	-	R\$ 84.000,00
Serviços de Consultoria	R\$ 26.400,00	R\$ 26.400,00	R\$ 63.000,00	-	R\$ 115.800,00
Serviços de Terceiros - Pessoa Física	R\$ 48.000,00	-	-	-	R\$ 48.000,00
Serviços de Terceiros - Pessoa Jurídica	R\$ 26.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 95.000,00	-	R\$ 136.000,00

Por Origem de Recurso/Natureza de Despesa

Custeio				
Natureza de Despesa	Solicitado			Total
Diárias	R\$ 71.040,00	-	-	R\$ 71.040,00
Material de Consumo	R\$ 84.200,00	-	-	R\$ 84.200,00
Passagens e Despesas com locomoção	R\$ 84.000,00	-	-	R\$ 84.000,00
Serviços de Consultoria	R\$ 115.800,00	-	-	R\$ 115.800,00
Serviços de Terceiros - Pessoa Física	R\$ 48.000,00	-	-	R\$ 48.000,00
Serviços de Terceiros - Pessoa Jurídica	R\$ 136.000,00	-	-	R\$ 136.000,00

ANEXOS