



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AGRESTE DE PERNAMBUCO**

Bacharelado em Ciência da Computação

**RESUMO DO TCC “SISTEMA DE EXPERIMENTOS PARA CÁLCULO  
DE ATIVIDADES ENZIMÁTICAS DO SOLO”**

Armstrong Lohãns de Melo Gomes Quintino

Garanhuns  
2023

A qualidade do solo (QS) é fundamental para aumentar a produtividade agrícola e reduzir a escassez global de alimentos. A análise das atividades enzimáticas (AE) do solo é uma importante ferramenta para avaliar sua saúde, porém, as técnicas convencionais são trabalhosas e caras. O uso de tecnologias tem sido amplamente adotado na pesquisa agrônoma para aumentar a eficiência e precisão dos experimentos.

Os experimentos com cálculo de AEs do solo apresentam desafios e lacunas, como a falta de padronização dos métodos de análise e a dificuldade na avaliação da dinâmica temporal das AEs. No entanto, a pesquisa nessa área é importante para avaliar a saúde e QS, identificar microrganismos e enzimas benéficos e promover práticas agrícolas mais sustentáveis.

Nesse contexto, o desenvolvimento de um aplicativo móvel pode ser uma solução eficaz e prática para a realização de cálculos das AEs do solo, trazendo eficiência e assim buscando harmonizar o crescimento econômico, a equidade social e a preservação ambiental.

Sendo assim, o objetivo do trabalho é detalhar o desenvolvimento de um aplicativo móvel que permita criar e gerenciar experimentos, gerar resultados e planilhas automaticamente, possibilitar a análise dos resultados obtidos por meio dos cálculos automatizados das AEs do solo, proporcionando uma experiência de navegação fluida no aplicativo.

O Enzitech surgiu justamente dessa necessidade identificada pelo Laboratório de Enzimologia e Microbiologia Agrícola/Ambiental (LEMA) da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE). A equipe do projeto, composta por alunos e professores do curso de Agronomia e de Ciência da Computação, teve o apoio do Laboratório BCC Coworking para o desenvolvimento da solução.

O objetivo do Enzitech é automatizar o cálculo das AEs do solo, como fosfatase ácida,  $\beta$ -glucosidase e urease, que são importantes para a compreensão dos processos bioquímicos e a avaliação do impacto das práticas de manejo no solo.

O projeto iniciou-se na disciplina de Desenvolvimento Distribuído de Software do curso de Bacharelado em Ciência da Computação da UFAPE e teve seu escopo de desenvolvimento integrado com o Laboratório BCC Coworking.

A equipe do Enzitech realizou várias reuniões para obter um conjunto inicial de requisitos e elaborar uma breve apresentação da ideia do sistema. A análise das etapas sobre os materiais usados, procedimentos de coleta, transporte, conservação e os protocolos que regem todo o processo das AEs do solo foi realizada para facilitar a criação das regras de negócio que regem o funcionamento do sistema.

Além disso, foi feita uma estimativa das diversas maneiras de suprir as necessidades do cliente, identificando tanto a parte tecnológica como a parte técnica. O retorno acadêmico da ferramenta, os avanços e melhorias no processo de experimentação do solo que seriam possíveis obter com a mesma foram verificados.

As informações chave das funcionalidades do sistema que foi desenvolvido são as AEs do solo, cujo cálculo torna-se fundamental para a compreensão dos processos bioquímicos que ocorrem no solo e para a avaliação do impacto das práticas de manejo no solo.

O Enzitech é uma solução promissora para aumentar a eficiência e a precisão do processo de cálculo das AEs do solo, que é complexo e demorado, e envolve a utilização de várias técnicas e equipamentos específicos. O procedimento de coleta de amostras de solo para análise das AEs é semelhante ao utilizado para avaliação das propriedades

químicas do solo, sendo importante que a amostragem seja representativa da área avaliada, realizando múltiplas subamostras.

Para o desenvolvimento, foram definidos os Requisitos Funcionais que abrangem todo o sistema, a partir disso, os Casos de Uso foram elaborados, assim como definido os tipos de acesso/usuário ao sistema e o escopo de cada um. Por fim, os protótipos foram realizados para alinhar de forma menos abstrata como o sistema se comportaria, além de facilitar o desenvolvimento do aplicativo.

Na etapa inicial do desenvolvimento foram definidos todas as tecnologias e ferramentas que seriam utilizadas para o desenvolvimento do sistema, tratando do aplicativo em si, foi adotado o *framework* Flutter com a linguagem de programação Dart para alcançar o resultado desejado, o Flutter é um *framework* de código aberto do Google para criar apps nativos para mobile, web e desktop, usando a linguagem Dart, também desenvolvida pelo Google, que é uma linguagem orientada a objetos e com foco em front-end e back-end. Possui widgets personalizáveis e é conhecido pela alta performance e facilidade de desenvolvimento.

A arquitetura do sistema desenvolvido pode ser considerada híbrida, pois utiliza princípios de quatro padrões arquiteturais: MVVM, Cliente-Servidor, Monolítico e Arquitetura Limpa. O back-end gerencia todas as solicitações feitas pelo aplicativo, manipulando os dados por meio de operações CRUD em uma instância de banco de dados PostgreSQL. A comunicação entre o cliente e o back-end é estabelecida por meio de requisições HTTP, que são processadas pela API do back-end e resultam em respostas adequadas, formatadas em JSON. A arquitetura adotada busca garantir a escalabilidade e a segurança do sistema, bem como a facilidade de manutenção. O uso do PostgreSQL como banco de dados permite a manipulação de grandes volumes de dados e garante a consistência dos dados armazenados.

Para a aplicação mobile desenvolvida, a arquitetura seguiu com três camadas principais, são elas: Presentation, Application e Domain. A camada Presentation é responsável por declarar as entradas, saídas e interações da aplicação, onde ficarão os Widgets, Pages e ViewModels. A camada Application contém a lógica da aplicação e conhece a camada Domain, que representa as regras de negócio mais importantes do sistema. Já a camada Domain deve ser pura e não conhecer nenhuma outra camada, mas é conhecida pelas outras camadas.

O back-end e banco de dados do Enzitech foram implantados na infraestrutura da UFPE para garantir segurança, estabilidade e escalabilidade. A API foi disponibilizada publicamente para acesso dos usuários através do aplicativo móvel. O APP foi distribuído internamente via Firebase, podendo ser publicado na Google Play Store e outras lojas de aplicativo.

O projeto Enzitech buscou soluções para desafios contemporâneos relacionados à QS no contexto do agronegócio brasileiro, utilizando ferramentas digitais para gerenciamento da produção agrícola e preservação ambiental. A metodologia do projeto envolveu análise de requisitos, criação de modelos e protótipos, elaboração de diagramas UML, modelagem de dados e plano de gerenciamento.

Em suma, o sistema desenvolvido tem como objetivo melhorar o gerenciamento de experimentos para análise do solo, eliminando o uso de planilhas e papéis, e pode ser utilizado por estudantes, cientistas e corpo docente de Agronomia. O projeto contribui para o conhecimento científico e apresenta possibilidades para trabalhos futuros.

Abaixo estão os resultados obtidos após o desenvolvimento de todo o sistema, seguido de alguns detalhes do aplicativo.

Após concluído todos os requisitos funcionais, a versão final do Enzitech lida com dois tipos de usuário, Comum ou Administrador. O primeiro deles é referente ao perfil de todos os usuários, pessoas que utilizarão o sistema para criar e calcular seus experimentos. Já o segundo é destinado ao administrador geral de todo o sistema, normalmente uma única pessoa que ficará encarregada de gerir o Enzitech disponibilizando os dados corretamente.

A diferença entre os dois perfis está na possibilidade de criação de enzimas, funcionalidade restrita ao Administrador, devido a necessidade de ajuste também no back-end, ou seja, o Administrador fica responsável por gerir (criar e excluir) enzimas e solicitar a inclusão de novos cálculos para outros tipos, outro detalhe importante é que as enzimas criadas pelo Administrador ficam disponíveis para todos os usuários do sistema, as demais funcionalidades ficam disponíveis para ambos os tipos de usuário.

Sendo assim, para ter acesso ao sistema, o usuário terá que inserir seus dados de acesso, e-mail e senha, na tela de login (Figura 1). A autenticação é fundamental para que o usuário tenha acesso às funcionalidades do APP.



Figura 1: Fluxo de login do Administrador previamente cadastrado

Na Figura 1 é possível ver o fluxo inicial do APP, ao abri-lo, é feita uma verificação na splashscreen (primeira imagem da sequência) para determinar se existe usuário logado ou não, caso negativo, o APP redireciona para a tela de login, onde é possível criar uma conta, recuperar senha ou logar com suas credenciais, após o login, ou, caso o usuário já estivesse logado, o app redireciona para a homepage, onde estão todas as funcionalidades disponíveis, a primeira delas é a listagem de experimentos, nesta tela é possível além da listagem, filtrar, excluir ou criar, como será mostrado em breve.

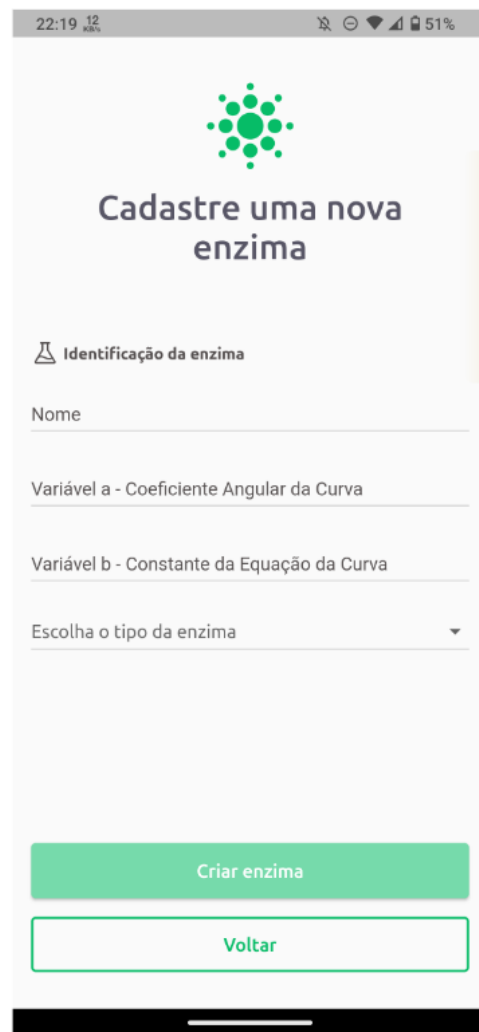


Figura 2: Fluxo de listagem, exclusão e criação de enzimas

Na Figura 2 estão as funcionalidades de listagem, exclusão e criação de enzimas, esta última restrita ao administrador. Criar uma enzima no sistema é fundamental para a criação de um experimento.

Abaixo, na Figura 3, está o fluxo de listagem, criação e exclusão dos tratamentos, a criação de um tratamento também é fundamental para a criação de um experimento.



Figura 3: Fluxo de listagem, exclusão e criação de tratamentos

Após criado pelo menos uma enzima e um tratamento, o usuário consegue criar seu primeiro experimento, como mostrado no fluxo da Figura 4 abaixo. É possível ver na primeira imagem, na tela de experimentos, o filtro de "experimentos concluídos" aplicado, seguindo o fluxo, na segunda imagem é solicitada as informações de identificação do experimento, nome e descrição, a seguir, os tratamentos daquele experimento e quantas repetições serão realizadas, logo após, surge o seletor de enzimas, na quarta imagem (terceira etapa do processo de criação de experimento), nele é possível escolher quais enzimas farão parte do experimento, logo após surge a última etapa para o preenchimento dos valores variáveis daquele experimento, após criado, o usuário é levado para a funcionalidade de visualizar o experimento, explicado na Figura 5 a seguir.

Após o experimento criado, o usuário pode ver seus detalhes, como a quantidade de enzimas, tratamentos e repetições, seu progresso e a possibilidade de excluí-lo, além disso, o acesso à outras duas funcionalidades, a de cálculo enzimático, para inserção de dados no experimento, e a de resultados, para a visualização e compartilhamento desses dados também estão contidos nesta tela, todas elas serão explicadas a seguir.

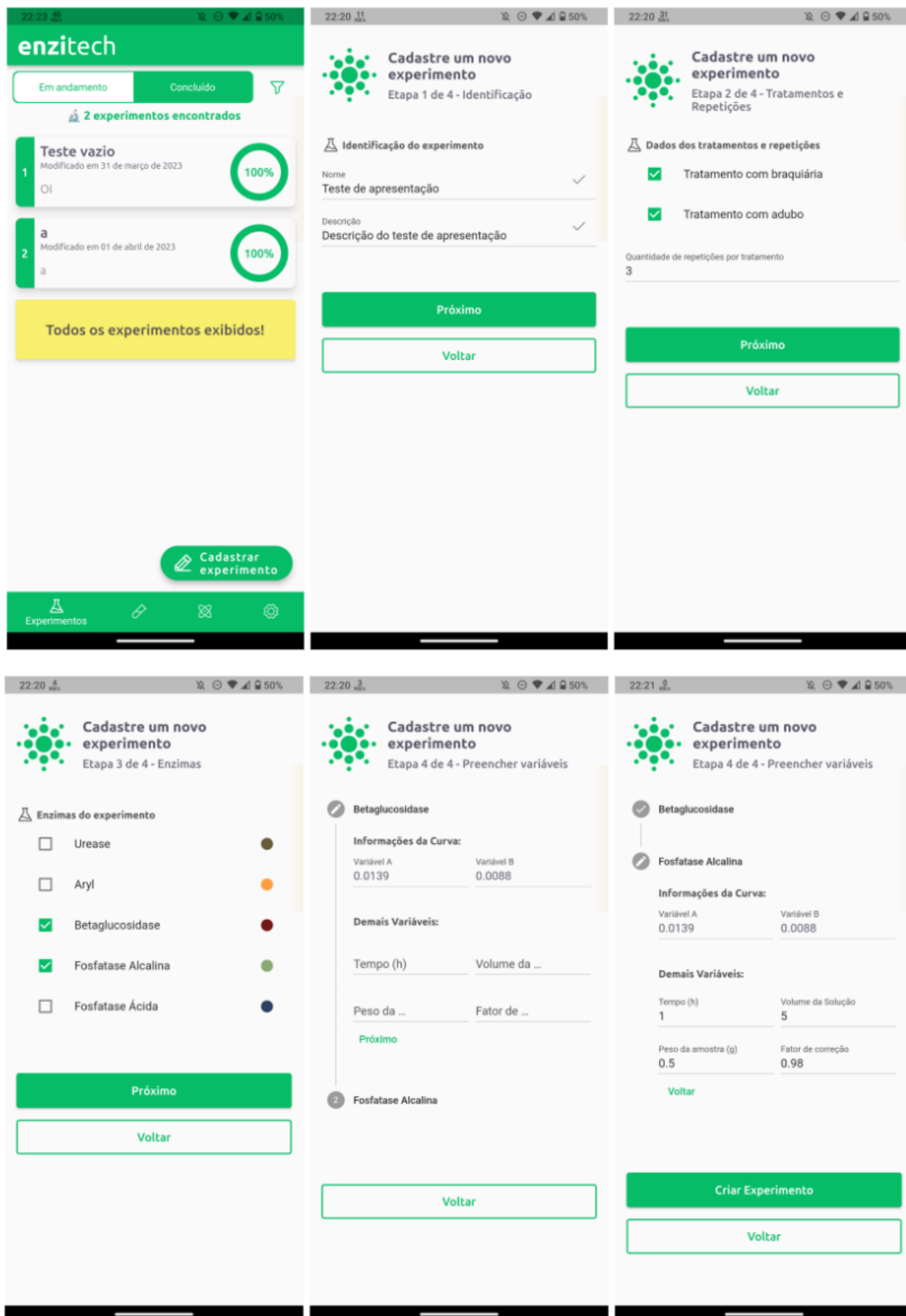


Figura 4: Fluxo de criação de um experimento

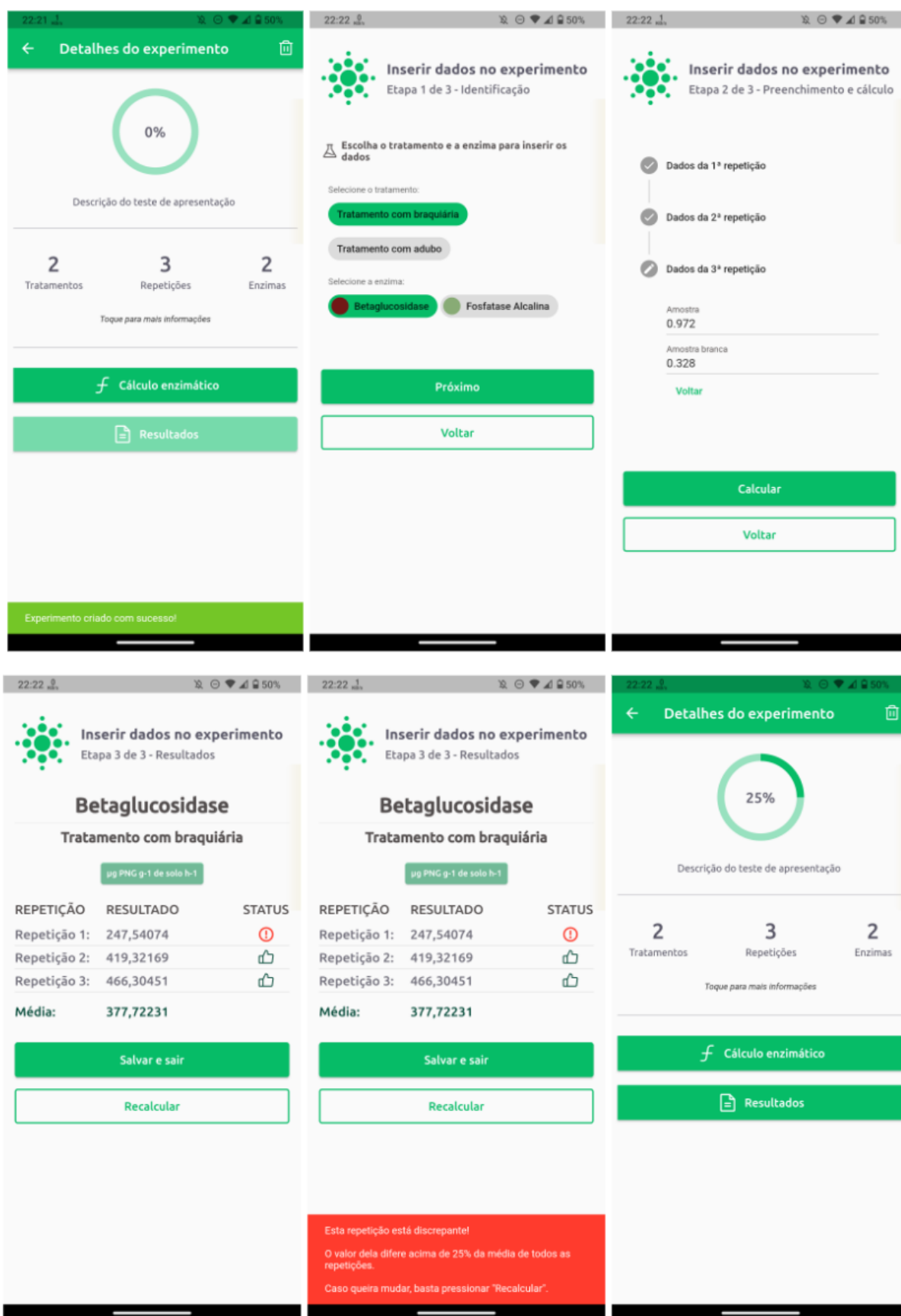
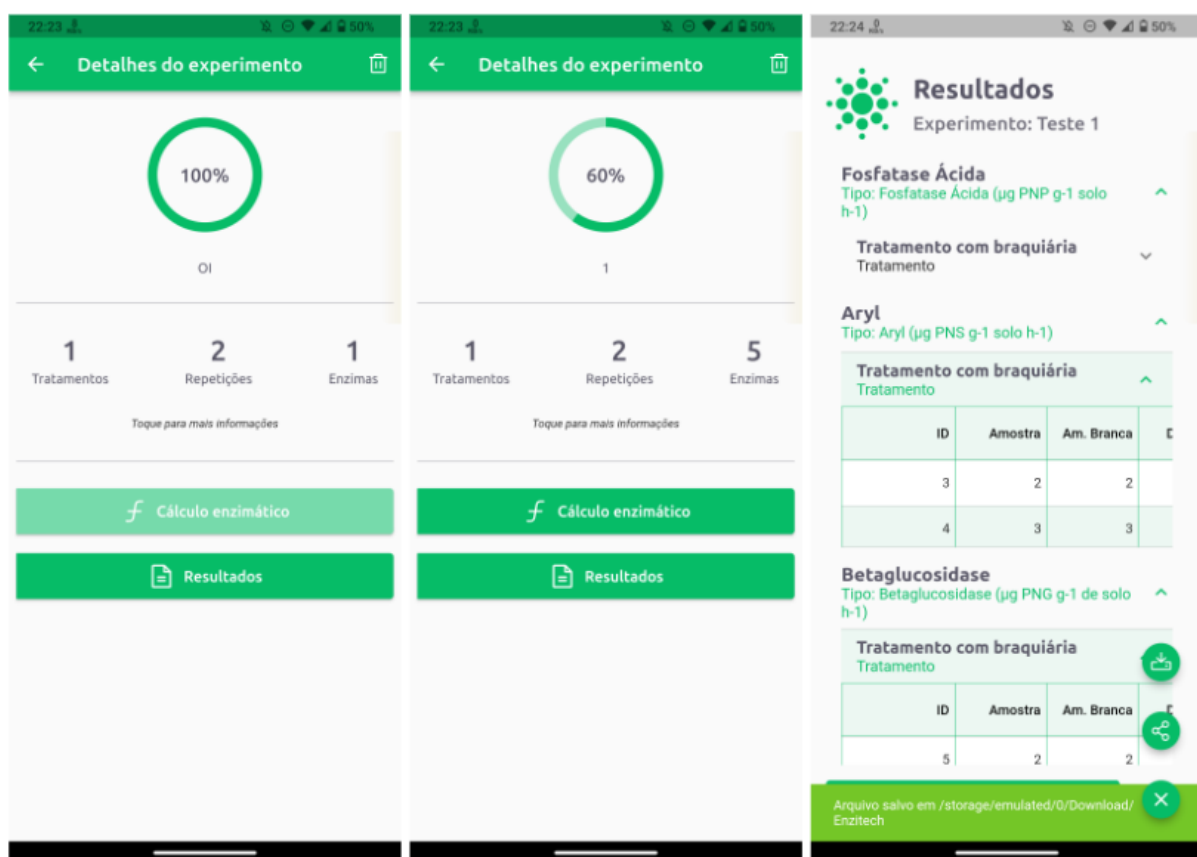


Figura 5: Fluxo de detalhamento e cálculo enzimático de um experimento



Acompanhando novamente a Figura 5, para o preenchimento do experimento é necessário escolher um tratamento e uma enzima, assim, gerando um conjunto de informações para prosseguir com a inserção dos valores em suas respectivas repetições, após todos os valores inseridos, o usuário clica em carregar e é levado para uma tela de resultados deste cálculo e a média (quarta e quinta imagem), nesta tela, é possível ver os resultados e receber um feedback sobre a discrepância dos valores em comparação com a média de todos os resultados das repetições, assim, sendo possível perceber algum valor que pode estar inserido incorretamente, resultando em dados errôneos, desta forma, o usuário pode recalcular, corrigindo com novos valores ou prosseguir, salvando e saindo da tela de cálculo.

Em seguida, quando um experimento já tem dados suficientes (progresso maior ou igual a 1%), é possível ver e compartilhar os resultados obtidos, mostrados a seguir na Figura 6.



(continua abaixo)

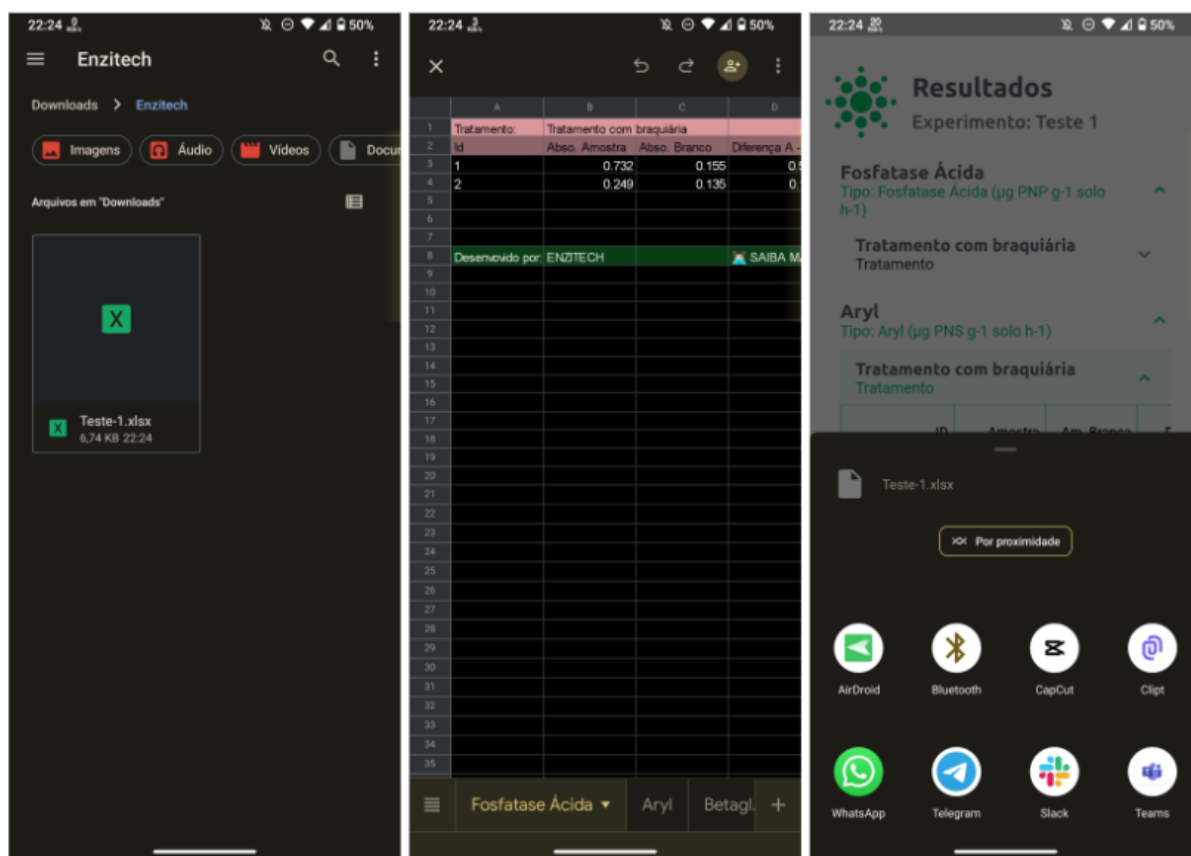


Figura 6: Fluxo de visualização e compartilhamento de resultados de um experimento

As duas primeiras imagens do fluxo da Figura 6 são de experimentos diferentes, a primeira é de um que já foi concluído, nele é possível ver que o usuário tem a ação de cálculo enzimático bloqueado, já na segunda imagem é o experimento que seguirá o fluxo de visualização e compartilhamento dos resultados aqui, este experimento possui um tratamento, duas repetições, e cinco enzimas cadastradas.

Ao entrar nos resultados do experimento, o usuário consegue visualizar de forma organizada todos os dados preenchidos como uma listagem com tabelas para cada combinação de enzima e tratamento feita, nesta tela, é possível salvar o resultado em uma planilha Excel no formato NOME-DO-EXPERIMENTO.XLSX no armazenamento do dispositivo, como é possível ver na terceira, quarta e quinta imagem do fluxo da Figura 6, a planilha é montada seguindo o mesmo padrão, para cada enzima é criado uma página, e dentro de cada página os resultados são montados com suas repetições para cada tratamento do experimento.

Além disso, o usuário pode compartilhar diretamente o arquivo para qualquer APP externo que suporte esta ação, ao compartilhar um experimento, o salvamento dele também é realizado.

Por fim, o usuário tem acesso à uma tela de configurações na home do APP (Figura 7), nela é possível ter acesso às seguintes funcionalidades adicionais: informações do APP, seus dados de login, uma configuração para a ativação e desativação do AlertDialog para confirmação da exclusão de itens no APP, informação da quantidade de resultados de experimentos salvos localmente, informações sobre ambiente e versão do APP e a opção de deslogar do sistema.

Além disso, como mostrado na última imagem, o APP tem uma funcionalidade que informa quando o aplicativo fica sem acesso ao servidor, seja por falha no servidor ou por problemas de conexão com a internet. Por fim, o APP também contempla a funcionalidade de armazenar e consumir dados em cache quando não há conexão com a internet disponível, tornando possível a visualização de algumas informações resumidas.

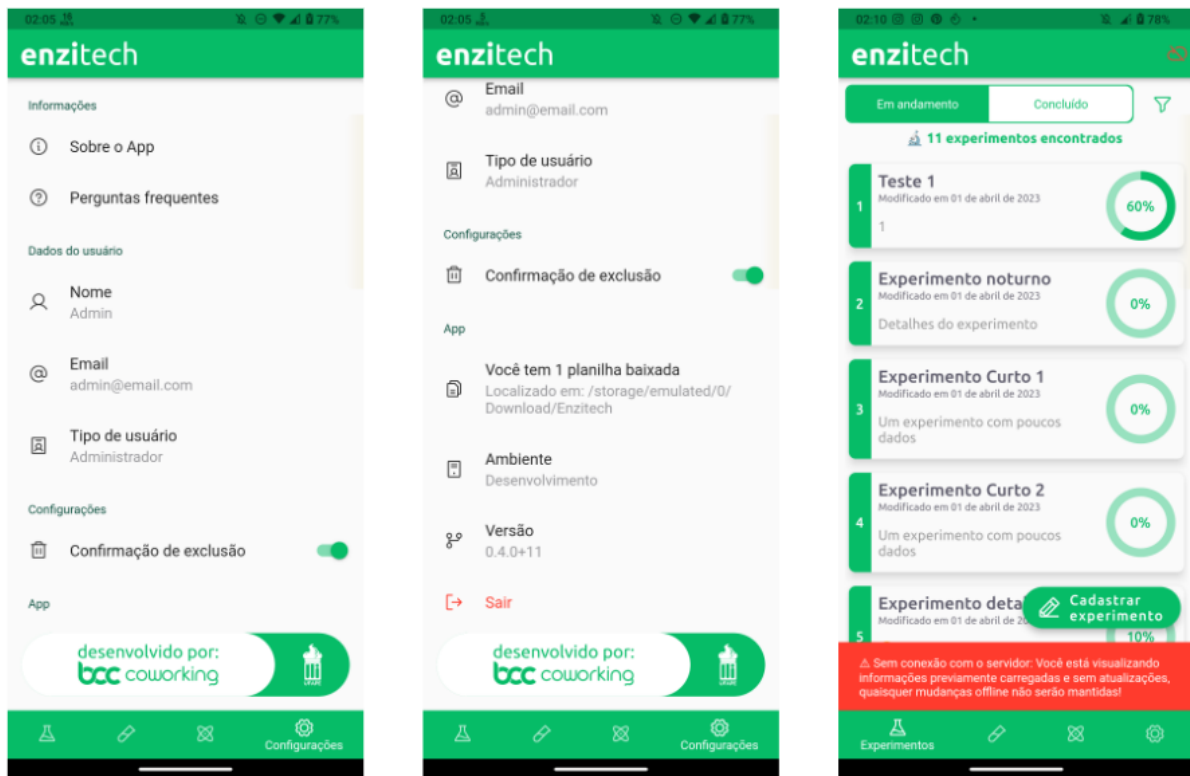


Figura 7: Tela de configurações do APP do Enzitech