

INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ
CURSO SUPERIOR EM TECNOLOGIA EM ANÁLISE E
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

MARCOS HENRIQUE RAMOS DA SILVA

**SOFTWARE PARA CÁLCULOS DE MASSA E VOLUME DE
SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS NO ÂMBITO DO PREPARO DE
SOLUÇÕES AQUOSAS.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PARANAVAÍ
2018

MARCOS HENRIQUE RAMOS DA SILVA

**SOFTWARE PARA CÁLCULOS DE MASSA E VOLUME DE
SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS NO ÂMBITO DO PREPARO DE
SOLUÇÕES AQUOSAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas da Instituto Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Esp. Frank Willian Cardoso de Oliveira
IFPR - Câmpus Paranavaí

Co-Orientador(a): Profª Drª Vanessa Guimarães Alves Olher
IFPR - Câmpus Paranavaí

PARANAVAÍ
2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por ter me proporcionado chegar até aqui e concluir mais essa etapa. A minha família por todo apoio que tive ao longo do curso, em especial ao meu irmão Geovane. Agradeço aos professores que sempre estiveram dispostos a ajudar para um melhor aprendizado em especial a meu orientador, Prof. Esp. Frank Willian Cardoso de Oliveira. Agradeço aos meus colegas de classe que de alguma forma, sempre que precisei, estiveram dispostos a me ajudar.

Eu denomino meu campo de Gestão do Conhecimento, mas você não pode gerenciar conhecimento. Ninguém pode. O que pode fazer - o que a empresa pode fazer - é gerenciar o ambiente que otimize o conhecimento. (PRUSAK, Laurence, 1997).

RESUMO

SILVA, Marcos. Software para Cálculos de Massa e Volume de Substâncias Químicas no Âmbito do Preparo de Soluções Aquosas.. 2018. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Instituto Federal do Paraná. Paranavaí, 2018.

Nos laboratórios de química do Instituto Federal do Paraná câmpus Paranavaí, se faz necessária a realização de cálculos para o preparo de determinadas substâncias químicas. Pensando nisso, o sistema tem o foco na diminuição do tempo na realização dos cálculos e consequentemente no preparo das soluções. O sistema será estruturado no módulo web, desenvolvido aplicando tecnologias tal como a Linguagem Java, JSF(JavaServer Faces), Primefaces, MySQL, Spring Security, Maven e Hibernate.

Palavras-chave: Sistema. Soluções. Java. Química

ABSTRACT

SILVA, Marcos. Title in English. 2018. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso Superior em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Instituto Federal do Paraná. Paranavaí, 2018.

In the chemistry laboratories of the Federal Institute of Paraná campus Paranavaí, it is necessary to carry out calculations for the preparation of certain chemical substances. With this in mind, the system focuses on reducing the time spent performing the calculations and consequently preparing the solutions. The system will be structured in the web module, developed using technologies such as Java Language, JavaServer Faces, Primefaces, MySQL, Spring Security, Maven and Hibernate

Keywords: System. Solutions. Chemistry. Java.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de casos de uso	9
Figura 2 – Diagrama de classes	17
Figura 3 – Diagrama entidade relacionamento	23
Figura 4 – Tela Inicial do Sistema	24
Figura 5 – Tela Cadastro de Usuários	25
Figura 6 – Tela Cadastro de Usuários (dialog)	26
Figura 7 – Tela Cálculo de Concentração Molar	27
Figura 8 – Tela Cálculo de Concentração Molar(dialog)	28
Figura 9 – Tela Cálculo de Diluição	29
Figura 10 – Tela Cálculo de Diluição (dialog)	30
Figura 11 – Tela Cálculo de PPM(Partes por Milhão)	31
Figura 12 – Tela Cálculo de PPM(Partes por Milhão) (dialog)	32
Figura 13 – Tela Cálculo de Concentração em Porcentagem)	33
Figura 14 – Tela Cálculo de Concentração em Porcentagem (dialog)	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caso de Uso Cadastro de usuários	10
Tabela 2 – Caso de Uso Cálculos de concentração molar	11
Tabela 3 – Caso de Uso Cálculos com concentração em porcentagem	12
Tabela 4 – Caso de Uso Cálculos a partir de soluções já existentes e de concentração conhecida	13
Tabela 5 – Caso de Uso Cálculos com concentração em ppm	14
Tabela 6 – Caso de Uso Apresentar resultados e procedimentos	15
Tabela 7 – Caso de Uso Relatório do histórico de cálculos	16
Tabela 8 – Classe Usuário	18
Tabela 9 – Classe Diluição	19
Tabela 10 – Classe ConcentracaoMolar	20
Tabela 11 – Classe ConcentracaoPorcentagem	21
Tabela 12 – Classe Ppm (Partes por milhão)	22

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo Geral	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
2 – METODOLOGIA	4
3 – TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO	5
3.1 Eclipse	5
3.2 Java EE	5
3.3 Hibernate e JPA	5
3.4 Maven	5
3.5 MySQL	5
3.6 JSF	6
3.7 Primefaces	6
3.8 Spring Security	6
3.9 Jaspersoft (JasperReport)	6
4 – MODELAGEM DO SOFTWARE	7
4.1 Fórmulas químicas	7
4.1.1 Concentração Molar	7
4.1.2 Concentração em porcentagem	7
4.1.3 Diluição	7
4.1.4 Ppm	7
4.2 Requisitos	8
4.2.1 Requisitos funcionais	8
4.2.2 Requisitos não funcionais	8
4.3 Diagrama de Casos de Uso	8
4.4 Descrição dos Diagramas de Casos de Uso	10
4.5 Diagrama de Classes	17
4.6 Descrição do Diagrama de Classes	18
4.7 Diagrama Entidade-Relacionamento (DER)	23
5 – RESULTADOS	24
6 – CONCLUSÃO	35

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente avanço da tecnologia e das TIC's (Tecnologias de Comunicação e de Informação), uma inserção valiosa para o âmbito educacional é o conhecimento por meio de novas representações. Assim, o computador é uma ferramenta das TIC's que aos poucos vão cada vez mais sendo utilizadas em ambientes escolares, o que permite o uso de novos métodos para a construção do conhecimento (ANDRADE, 2007). Segundo Souza et al. (2004), as tecnologias podem ser utilizadas no ensino de química, nas salas de aula, em aulas de laboratório de ciências, em que professores e alunos poderão ter acesso a sites, programas ou softwares que estimulem e auxiliem o aprendizado, o que busca o desenvolvimento pessoal do aluno.

Alguns estudos realizados na área mostram que o ensino de química é geralmente estruturado com base em atividades que fazem com que o estudante memorize as informações, sendo cálculos, fórmulas ou até conhecimentos teóricos que tornam o aprendizado mais difícil e contribuem para a desmotivação de estudos nessa área (SANTOS et al, 2013).

Vários softwares foram desenvolvidos no âmbito da área de química. Mendes et al. (2015) utilizaram um software PhET como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química; Raupp et al (2009) desenvolveram um software para a construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química; e Santos et al. (2003) desenvolveram um software para o uso em Química geral. Portanto, os softwares podem ser amplamente utilizados na área da química, seja para área educacional ou de pesquisa pura e aplicada.

Diante desse contexto, o uso de softwares pode ser amplamente utilizado por pesquisadores para facilitar a pesquisa e torná-la mais produtiva, com um certo ganho de tempo por tarefas manuais que programas de computador poderiam facilmente realizar. No âmbito da área da química e da área de pesquisa básica e aplicada, algumas dificuldades são pertinentes em procedimentos de análises laboratoriais. Uma vez que vários são os fatores que podem apresentar responsabilidade por sucessos em diversas análises, o de maior importância é o de preparo de soluções, sendo que este processo é fundamental para os demais acontecerem (FREIRE et al., 2000).

Um passo importante no preparo de soluções químicas é saber efetuar os cálculos adequados para que seja possível a pesagem exata de soluto ou a medição exata de um determinado volume de soluto para atingir a concentração desejada da solução (FREIRE et al., 2000). São vários os tipos de concentrações existentes para soluções químicas, sendo concentração molar, concentração em partes por milhão (ppm), concentração em porcentagem e etc (FREITAS, 1968). As soluções químicas possuem importância fundamental quando se aborda o tema de reações químicas, uma vez que a grande maioria das reações químicas ocorrem em meio aquoso, ou seja, com reagentes que estão em forma de solução aquosa (BROWN et al.; 2016).

1.1 Justificativa

O presente trabalho visa facilitar os cálculos realizados manualmente por quem atua na área da química, no que diz respeito ao preparo de soluções aquosas, sendo essas soluções de grande importância nesta área, devido ao fato de que grande parte das reações químicas acontecem em meio a essas soluções. Ainda que não sejam cálculos complexos, realizá-los manualmente tomam um tempo considerável de quem está efetuando esse trabalho. Outro fator importante que vale ressaltar é o tempo que um profissional de química ganhará com o sistema proposto, uma vez que, anteriormente ao preparo de uma solução química, o profissional deve realizar cálculos manuais com auxílio de uma calculadora científica, fato este que leva certo tempo para ser realizado. Assim, com o sistema em mão, o usuário informará apenas a concentração desejada e o volume que deseja preparar para uma determinada solução, cabendo ao programa indicar as quantidades que deverão ser pesadas ou pipetadas para o preparo das soluções. Portanto, contando que em um laboratório de química existem algumas análises químicas que precisam ser feitas de forma rápida, o ganho de tempo neste ambiente é de suma importância. Desse modo o sistema proposto realizará de forma rápida e fácil cálculos químicos e descreverá o procedimento adequado para o preparo de determinadas soluções químicas, facilitando o trabalho de profissionais, professores, acadêmicos e outros mais que necessitem da utilização do sistema.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema para a realização de cálculos químicos nos laboratórios de química do IFPR Campus Paranavaí, otimizando os cálculos e reduzindo o tempo, tendo em vista que estes cálculos são realizados manualmente.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Cadastro de usuário no sistema, necessitando de informações como nome, email, cidade, estado e senha. O login no sistema será efetuado através de usuário (e-mail cadastrado) e senha;
- Desenvolver cálculos químicos para a obtenção da massa de soluto sólido a ser pesada no preparo de uma determinada quantidade de uma solução com concentração molar, levando em conta a pureza do soluto;
- Realizar os cálculos necessários para a obtenção do volume de soluto líquido a ser pipetado para o preparo de uma determinada quantidade de uma solução com concentração molar, levando em conta a pureza do soluto;
- Em cada cálculo realizado, o sistema descreverá o procedimento adequado para o preparo de determinada solução;

- Para a realização dos cálculos, o usuário deverá preencher alguns campos, denominados “Volume da Solução”, “Concentração da Solução”, “Pureza do Solute” e “Massa Molar do Solute”.
- Gerar relatório de usuários cadastrados no sistema.
- Gerar relatório de cálculos realizados pelo usuário, tais como cálculos de concentração molar, cálculos de diluição, cálculos de PPM e cálculos de concentração em porcentagem.
- Envio de email para o email informado no cadastro, com as informações preenchidas, confirmando o cadastro realizado.
- Envio de resultados via email.

2 METODOLOGIA

Metodologia é a maneira de se utilizar um conjunto coerente e coordenado de métodos para atingir um determinado objetivo. O uso da metodologia é de extrema importância para que o sistema proposto atenda às necessidades especificadas. O dicionário (WEBSTERS, 1998) define metodologia como um conjunto de métodos, regras e postulados empregados por uma disciplina, um procedimento particular ou conjuntos de procedimentos.

A metodologia proposta no presente trabalho se iniciou pelo levantamento de requisitos, no qual consiste em identificar, analisar, especificar e definir as necessidades que o software deve atender para solucionar os problemas levantados.

Entre as mais variadas técnicas para o levantamento de requisitos, a escolhida foi a entrevista, na qual foi realizada com pessoas que trabalham nos laboratórios de química da instituição. Diante disso, foi levantado quais eram as necessidades que o software deveria atender.

Após o término do levantamento dos requisitos, entramos na parte de modelagem do sistema, na qual são descritos todos os requisitos levantados e identificados os componentes necessários para a codificação do software. Feito isso, foi iniciada a codificação, que consiste na parte da programação do mesmo, através da produção do código que irá controlar todas as funcionalidades do software proposto.

3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO

3.1 Eclipse

O Eclipse é uma IDE(Integrated Development Environment ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) que abrange vários tipos de linguagem e que permite a instalação de plugins (PALMEIRA 2012).

3.2 Java EE

O Java EE(Java Plataform, Enterprise Edition) é uma plataforma que utiliza a linguagem de programação java. É uma plataforma de programação destinada a servidores web. De modo geral, o Java EE é um conjunto de aplicações que, quando implementadas, auxiliam bastante no desenvolvimento da aplicação (Caelum 2015a).

3.3 Hibernate e JPA

O Hibernate é um framework para persistência e consulta em aplicações Java e que implementa o JPA. Utiliza o conceito de mapeamento objeto-relacional(ORM). Ele gera o SQL através dos objetos java ou pelas anotações inseridas nas classes.

O JPA(*Java Persistence API*) é uma API(*Application Programming Interface*) padrão do java para ORM, é também um conjunto de especificações que padronizam o mapeamento objeto relacional (Caelum 2015b).

3.4 Maven

O Maven é uma ferramenta de automação e gerenciamento de projetos que utilizam a linguagem Java, podendo também ser utilizado em outras linguagens de programação. Fornece um padrão de automação na construção das aplicações. É uma aplicação que permite que sejam adicionados plugins, o que a torna bastante flexível (OTTERO 2012).

3.5 MySQL

O MySQL é um sistema gerenciador de banco de dados(SGBD). É relacional e utiliza a linguagem SQL(Structured Query Language). O MySQL é multiusuário e multitarefas (TEIXEIRA 2013).

3.6 JSF

O JSF(*JavaServer Faces*) é um framework para elaboração de interfaces em sistemas web, utiliza componentes ligados a objetos Java, possui um grande número de componentes e um design bastante flexível. O JSF utiliza o modelo MVC(*Model-View-Controller*)(BUENO 2013).

3.7 Primefaces

O Primefaces é um framework que possui uma biblioteca de componetes de interface gráfica para aplicações baseadas em JSF, possui uma grande variedade de componetes, o que torna o Primefaces muito flexível (SCHIECK 2015).

3.8 Spring Security

O *Spring Security* é um framework de segurança, com ele é criado um mecanismo de autenticação via banco de dados LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol, em português Protocolo Leve de Acesso a Diretório*), ou também via memória e autenticação, atribuindo permissões aos usuários autenticados. Tem o foco de tornar a autenticação e autorização uma coisa simples de se fazer (AFONSO 2017).

3.9 Jaspersoft (JasperReport)

O JasperReport é um framework em java que permite a definição de layouts de relatórios, possuindo diversos recursos. O JasperReport é mais um framework em java, assim como tantos outros (LANHELLAS 2014).

4 MODELAGEM DO SOFTWARE

Na modelagem do software proposto, foram utilizados diagramas como, diagrama de classes, casos de uso, entidade relacionamento e suas respectivas descrições. Para o desenvolvimento, foi utilizada a linguagem de programação Java, juntamente com os frameworks Maven e Hibernate, que auxiliam na criação de interfaces, foi utilizado também o JSF (JavaServer Faces) juntamente com o Primefaces e a IDE Eclipse como ambiente de desenvolvimento e o sistema gerenciador de banco de dados utilizado foi o MySQL .

O software apresentado neste trabalho tem por objetivo auxiliar os funcionários, alunos e professores que utilizam os laboratórios de química do IFPR campus Paranavaí, tendo em vista que não existe uma forma automatizada para efetuar os cálculos necessários no preparo de soluções aquosas, sendo eles realizados de forma manual, o que demanda muito tempo a ser feito.

O software será utilizado pelos funcionários dos laboratórios, alunos e professores, para isso é necessário que cada indivíduo realize o cadastro no sistema, cada usuário será responsável em realizar seu próprio cadastro, após a realização do cadastro, o usuário está apto a utilizar o sistema e realizar os cálculos.

4.1 Fórmulas químicas

4.1.1 Concentração Molar

$$\text{Molaridade}(M) = \text{massa}(m) / (\text{massa molar}(MM) * \text{volume}(V))$$

4.1.2 Concentração em porcentagem

$$\text{Volume}(V) \text{ ou } \text{massa}(m) \text{ do soluto} = \text{porcentagem desejada} * 100 / \text{volume}(V) \text{ ou } \text{massa}(m) \text{ do soluto}$$

4.1.3 Diluição

$$\text{Volume}(V) \text{ de solução final} = (\text{concentração inicial} * \text{volume inicial}) / \text{concentração final}$$

4.1.4 Ppm

$$X \text{ ppm} = X \text{ partes do soluto} / 1000000 \text{ partes da solução}$$

4.2 Requisitos

4.2.1 Requisitos funcionais

1. O sistema deverá possibilitar o cadastro de novos usuários para utilização do sistema.
2. O sistema deverá permitir o login dos usuários já cadastrados no sistema.
3. O sistema deverá permitir a realização de cálculos para soluções com concentração molar e apresentar o seu resultado.
4. O sistema deverá permitir a realização de cálculos para soluções com concentração em porcentagem e apresentar o seu resultado.
5. O sistema deverá permitir a realização de cálculos para novas soluções a partir de soluções já existentes de concentração conhecida e apresentar o seu resultado.
6. O sistema deverá permitir a realização cálculos para soluções com concentração em ppm (partes por milhão) e apresentar o seu resultado.
7. O sistema deverá informar o procedimento necessário após cada cálculo realizado pelo usuário, de acordo com o tipo de cálculo e substância que o mesmo selecionar.
8. O sistema deverá emitir um relatório do histórico de cálculos realizados pelos usuários, sempre que for solicitado.

4.2.2 Requisitos não funcionais

1. O sistema irá depender de acesso a internet para poder funcionar, já que se trata de um sistema web.
2. O sistema deverá funcionar em plataforma web.
3. O sistema deverá permitir somente o acesso e uso de usuários cadastrados.

4.3 Diagrama de Casos de Uso

O diagrama de casos de uso descreve as principais funcionalidades do sistema e a interação com o usuário (RIBEIRO 2012).

O Diagrama de Caso de Uso (DCU) foi elaborado para descrever o cenário que mostra as funcionalidades do sistema do ponto de vista do usuário, mostrando de forma clara as principais funções do software, como exibe a Figura 01.

Neste diagrama são apresentadas as funcionalidades do software, na qual o usuário é representado pelo ator usuário.

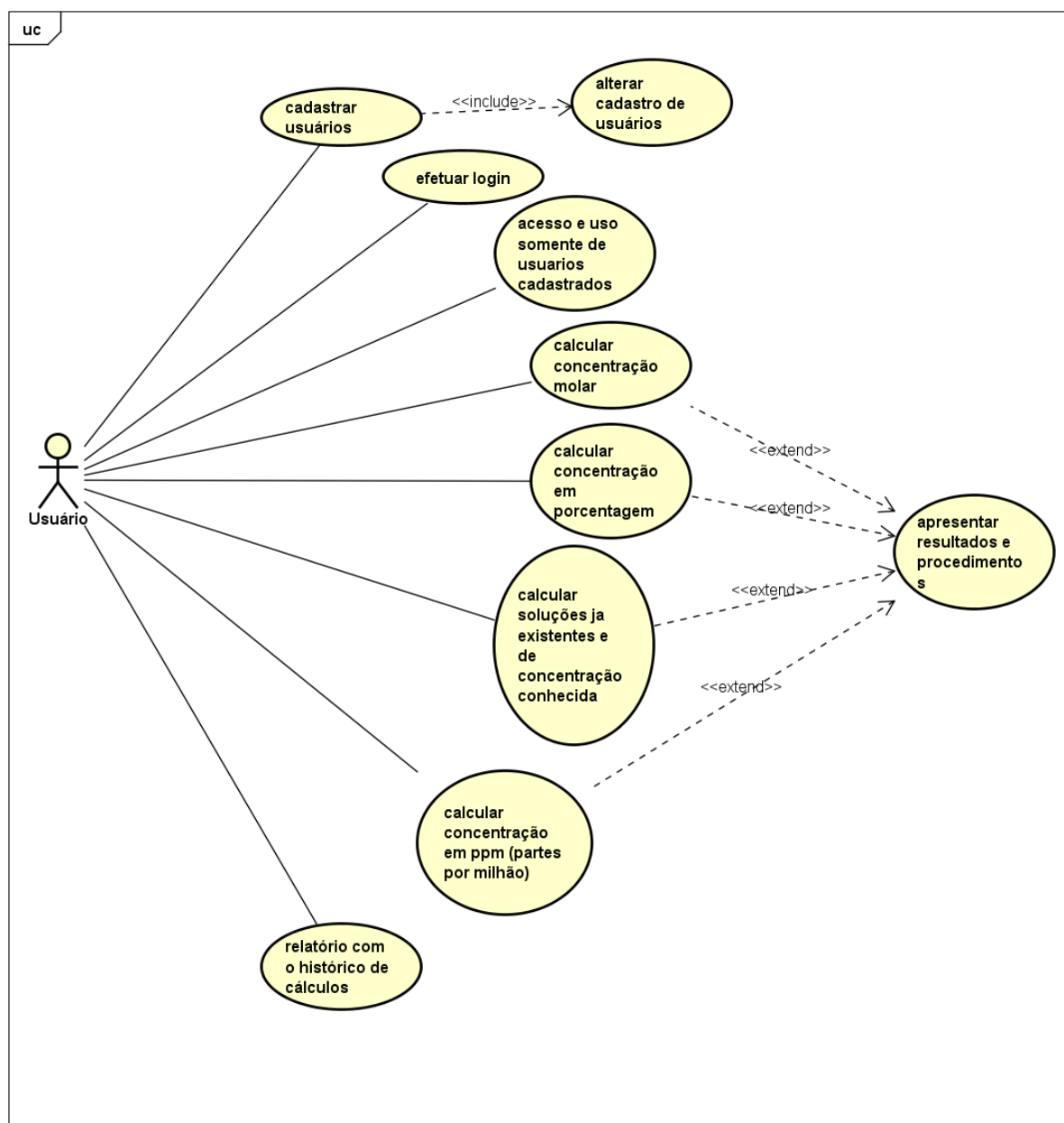


Figura 1 – Diagrama de casos de uso

4.4 Descrição dos Diagramas de Casos de Uso

Tabela 1 – Caso de Uso Cadastro de usuários

UC01 - Cadastro de usuários	
Objetivos:	cadastrar, alterar
Requisitos:	1
Atores:	Usuário
Fluxo principal:	<ul style="list-style-type: none">• O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus.• O usuário seleciona no menu a opção para se cadastrar.• O usuário preenche todos os campos necessários par que seja realizado o cadastro.• O usuário clica no botão cadastrar.• O sistema exibe uma mensagem de sucesso na realização do cadastro.
Fluxo alternativo:	<ul style="list-style-type: none">• O usuário logar no sistema.• O usuário seleciona no menu a opção cadastrar.• O usuário seleciona a opção para alterar seu cadastro.• O usuário preenche os campos em que deseja alterar.• O usuário clica no botão cadastrar.• O sistema exibe uma mensagem de sucesso na alteração do cadastro.
Validações	Verificar se todos os campos estão preenchidos.

Tabela 2 – Caso de Uso Cálculos de concentração molar

UC02 - Cálculos de concentração molar	
Objetivos:	efetuar cálculos
Requisitos:	3
Atores:	Usuário
Fluxo principal:	<ul style="list-style-type: none">• O usuário faz login no sistema.• O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus.• O usuário seleciona no menu a opção para efetuar o cálculo de concentração molar.• O usuário preenche todos os campos necessários para que seja realizado o cálculo.• O usuário clica no botão calcular.• O sistema exibe o resultado da operação.
Fluxo alternativo:	<ul style="list-style-type: none">• O usuário faz login no sistema.• O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus.• O usuário seleciona no menu a opção para efetuar o cálculo de concentração molar.• O usuário preenche todos os campos necessários para que seja realizado o cálculo.• O usuário clica no botão calcular.• O sistema exibe o resultado da operação.
Validações	Verificar se todos os campos estão preenchidos.

Tabela 3 – Caso de Uso Cálculos com concentração em porcentagem

UC03 - Cálculos com concentração em porcentagem	
Objetivos:	efetuar cálculos
Requisitos:	4
Atores:	Usuário
Fluxo principal:	<ul style="list-style-type: none">• O usuário faz login no sistema.• O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus.• O usuário seleciona no menu a opção para efetuar o cálculo com concentração em porcentagem.• O usuário preenche todos os campos necessários par que seja realizado o cálculo.• O usuário clica no botão calcular.• O sistema exibe o resultado da operação.
Fluxo alternativo:	<ul style="list-style-type: none">• O usuário faz login no sistema.• O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus.• O usuário seleciona no menu a opção para efetuar o cálculo com concentração em porcentagem.• O usuário preenche todos os campos necessários par que seja realizado o cálculo.• O usuário clica no botão calcular.• O sistema exibe o resultado da operação.
Validações	Verificar se todos os campos estão preenchidos.

Tabela 4 – Caso de Uso Cálculos a partir de soluções já existentes e de concentração conhecida

UC04 - Cálculos a partir de soluções já existentes e de concentração conhecida	
Objetivos:	efetuar cálculos
Requisitos:	5
Atores:	Usuário
Fluxo principal:	<ul style="list-style-type: none"> • O usuário faz login no sistema. • O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus. • O usuário seleciona no menu a opção para efetuar o cálculo a partir de soluções já existentes e de concentração conhecida. • O usuário preenche todos os campos necessários par que seja realizado o cálculo. • O usuário clica no botão calcular. • O sistema exibe o resultado da operação.
Fluxo alternativo:	<ul style="list-style-type: none"> • O usuário faz login no sistema. • O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus. • O usuário seleciona no menu a opção para efetuar o cálculo a partir de soluções já existentes e de concentração conhecida. • O usuário preenche todos os campos necessários par que seja realizado o cálculo. • O usuário clica no botão calcular. • O sistema exibe o resultado da operação.
Validações	Verificar se todos os campos estão preenchidos.

Tabela 5 – Caso de Uso Cálculos com concentração em ppm

UC05 - Cálculos com concentração em ppm (partes por milhão)	
Objetivos:	efetuar cálculos
Requisitos:	6
Atores:	Usuário
Fluxo principal:	<ul style="list-style-type: none">• O usuário faz login no sistema.• O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus.• O usuário seleciona no menu a opção para efetuar o cálculo com concentração em ppm.• O usuário preenche todos os campos necessários para que seja realizado o cálculo.• O usuário clica no botão calcular.• O sistema exibe o resultado da operação.
Fluxo alternativo:	<ul style="list-style-type: none">• O usuário faz login no sistema.• O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus.• O usuário seleciona no menu a opção para efetuar o cálculo com concentração em ppm.• O usuário preenche todos os campos necessários para que seja realizado o cálculo.• O usuário clica no botão calcular.• O sistema exibe o resultado da operação.
Validações	Verificar se todos os campos estão preenchidos.

Tabela 6 – Caso de Uso Apresentar resultados e procedimentos

UC06 - Apresentar resultados e procedimentos	
Objetivos:	exibir resultados e procedimentos
Requisitos:	7
Atores:	Usuário
Fluxo principal:	<ul style="list-style-type: none">• O usuário faz login no sistema.• O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus.• O usuário seleciona no menu a opção para consultar os procedimentos a serem tomados no preparo de soluções.• O usuário seleciona o tipo de cálculo em que deseja consultar o procedimento.• O sistema exibe o procedimento a ser realizado.
Fluxo alternativo:	<ul style="list-style-type: none">• O usuário faz login no sistema.• O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus.• O usuário seleciona no menu a opção para consultar os procedimentos a serem tomados no preparo de soluções.• O usuário seleciona o tipo de cálculo em que deseja consultar o procedimento.• O sistema exibe o procedimento a ser realizado.
Validações	verificar se os procedimentos estão sendo informados corretamente.

Tabela 7 – Caso de Uso Relatório do histórico de cálculos

UC07 - Relatório do histórico de cálculos	
Objetivos:	emitir relatórios
Requisitos:	8
Atores:	Usuário
Fluxo principal:	<ul style="list-style-type: none">• O usuário faz login no sistema.• O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus.• O usuário seleciona no menu a opção para emitir um relatório com o histórico de todos cálculos efetuados por ele.• O sistema gera o relatório com todos os dados preenchidos de cada cálculo realizado e o resultado de cada um deles.
Fluxo alternativo:	<ul style="list-style-type: none">• O usuário faz login no sistema.• O sistema exibe a página inicial com todas opções e menus.• O usuário seleciona no menu a opção para emitir um relatório com o histórico de todos cálculos efetuados por ele.• O sistema gera o relatório com todos os dados preenchidos de cada cálculo realizado e o resultado de cada um deles.
Validações	verificar se o relatório está sendo emitido com todas informações necessárias.

4.5 Diagrama de Classes

Através do diagrama de classes, é procurado estabelecer os principais pontos para a abstração dos objetos e classes de um cenário específico. A Figura 2 representa o diagrama de classes do software proposto.

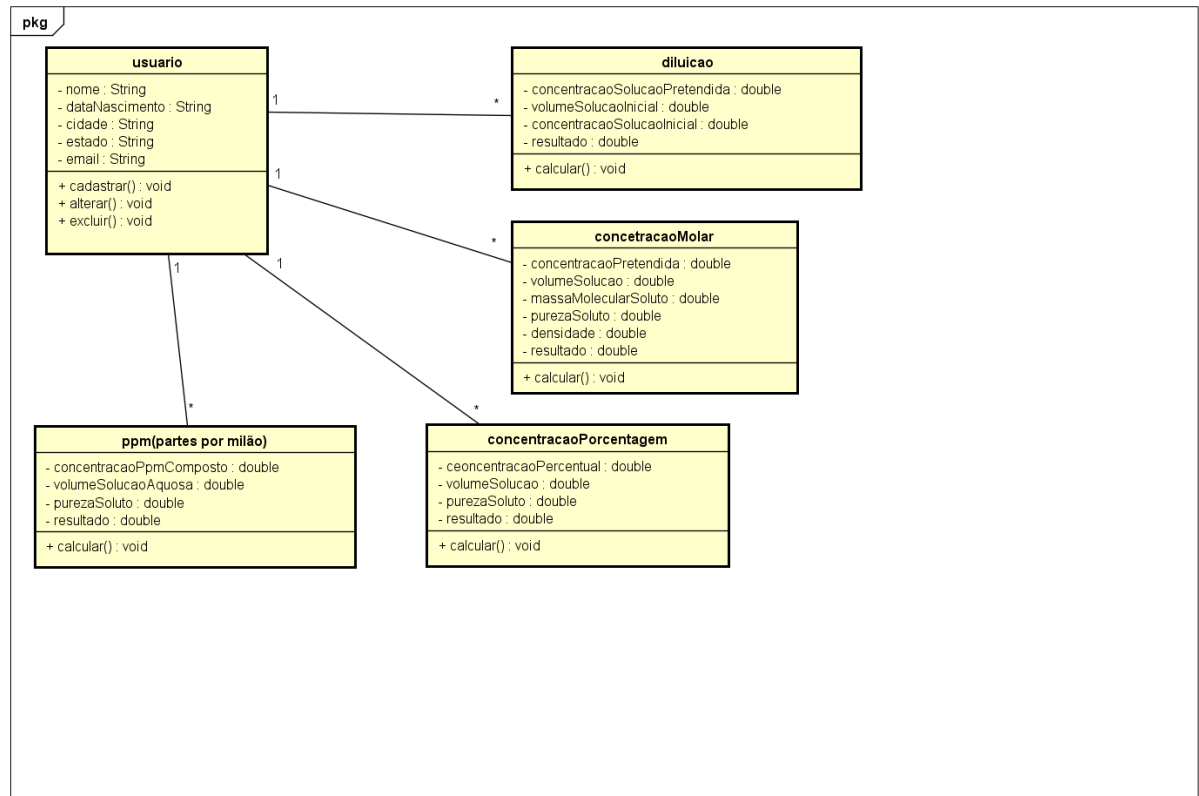


Figura 2 – Diagrama de classes

4.6 Descrição do Diagrama de Classes

Tabela 8 – Classe Usuário

Usuario	a classe Usuario tem o objetivo de manter as informações sobre os usuários que utilizam o sistema.
nome	atributo para armazenar o nome completo informado pelo usuario no momento do cadastro.
email	atributo para armazenar o e-mail informado pelo usuário no momento do cadastro.
dataNascimento	atributo para armazenar a data de nascimento informada pelo usuário no momento do cadastro.
cidade	atributo para armazenar a cidade informada pelo usuário no momento do cadastro.
estado	atributo para armazenar o estado informado pelo usuário no momento do cadastro.

Tabela 9 – Classe Diluição

Diluicao	a classe Diluicao tem o objetivo de armazenar os dados para ser realizado o cálculo de diluição.
concentracaoSolutopretendida	atributo para armazenar a concentração do soluto inserida pelo usuário para a realização do cálculo.
volumeSolucaoInicial	atributo para armazenar o volume da solução inicial inserido pelo usuário para a realização do cálculo.
concentracaoSolucaoInicial	atributo para armazenar a concentração da solução inicial inserida pelo usuário para a realização do cálculo.
resultado	atributo para armazenar o resultado, que será definido através do cálculo envolvendo a concentração do soluto pretendida, volume da solução inicial e concentração da solução inicial.

Tabela 10 – Classe ConcentracaoMolar

ConcentracaoMolar	a classe ConcentracaoMolar tem o objetivo de armazenar os dados para ser realizado o cálculo de concentração molar.
concentracaoPretendida	atributo para armazenar a concentração inserida pelo usuário para a realização do cálculo.
volumeSolucao	atributo para armazenar o volume da solução inserida pelo usuário para a realização do cálculo.
massaMolecularSolute	atributo para armazenar a massa molecular do soluto inserida pelo usuário para a realização do cálculo.
purezaSolute	atributo para armazenar a pureza do soluto inserida pelo usuário para a realização do cálculo.
densidade	atributo para armazenar a densidade inserida pelo usuário para a realização do cálculo.
resultado	atributo para armazenar o resultado, que será definido através do cálculo envolvendo a concentração pretendida, volume da solução, massa molecular do soluto e pureza do soluto.

Tabela 11 – Classe ConcentracaoPorcentagem

ConcentracaoPortcentagem	a classe ConcentracaoPorcentagem tem o objetivo de armazenar os dados para ser realizado o cálculo de concentração em porcentagem.
concentracaoPercentual	atributo para armazenar a concentração percentual inserida pelo usuário para a realização do cálculo.
volumeSolucao	atributo para armazenar o volume da solução inserido pelo usuário para a realização do cálculo.
purezaSolute	atributo para armazenar a pureza do soluto inserida pelo usuário para a realização do cálculo.
resultado	atributo para armazenar o resultado, que será definido através do cálculo envolvendo a concentração percentual, volume da solução e pureza do soluto.

Tabela 12 – Classe Ppm (Partes por milhão)

Ppm	a classe Ppm (partes por milhão) tem o objetivo de armazenar os dados para ser realizado o cálculo de ppm.
concentracaoPpmComposto	atributo para armazenar a concentração de ppm composto inserida pelo usuário para a realização do cálculo.
VolumeSolucaoAquosa	atributo para armazenar o volume da solução aquosa inserido pelo usuário para a realização do cálculo.
purezaSolute	atributo para armazenar a pureza do soluto inserida pelo usuário para a realização do cálculo.
resultado	atributo para armazenar o resultado, que será definido através do cálculo envolvendo a concentração de ppm composto, volume da solução aquosa e a pureza do soluto.

4.7 Diagrama Entidade-Relacionamento (DER)

O diagrama entidade-relacionamento é um modelo conceitual que descreve objetos (entidades) e suas características (atributos) e como eles se relacionam entre si (relacionamentos). Esse diagrama apresenta o armazenamento adotado para o software. A figura abaixo apresenta o diagrama para o software proposto.

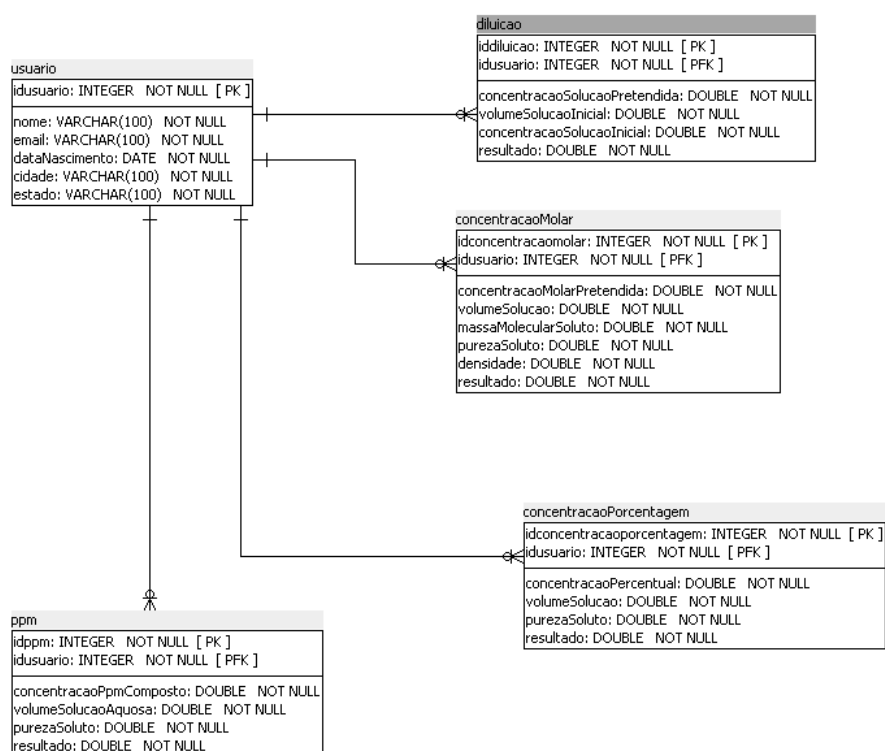


Figura 3 – Diagrama entidade relacionamento

5 RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos com o desenvolvimento do software e uma breve descrição de suas funcionalidades.

Na figura 4 é apresentada a tela inicial do sistema, com suas opções de navegação do lado esquerdo da tela, incluindo as páginas de cadastro de usuário, cálculo de concentração molar, cálculo de diluição, cálculo de PPM e cálculo de concentração em porcentagem.

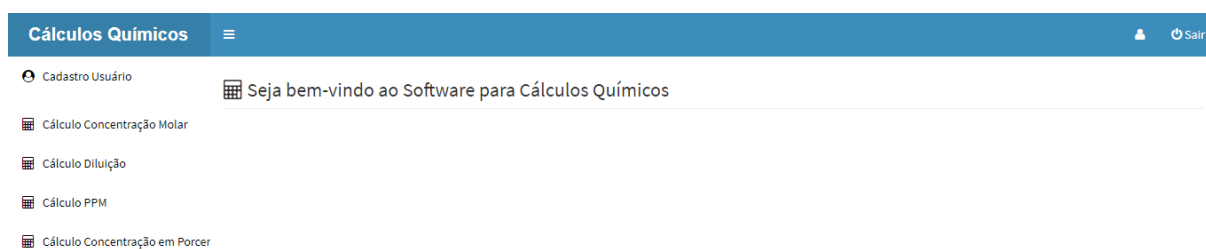


Figura 4 – Tela Inicial do Sistema

Na figura 5 é apresentada a tela de cadastro de usuários com os usuários já cadastrados no sistema. Nesta mesma tela, ao clicar no botão cadastrar, será exibido um "dialog", como será exibido na figura 6, com as informações necessárias a serem preenchidas pelo usuário a fim de ser feito o cadastro no sistema. Nesta tela também temos o botão "Emitir Relatório", onde será emitido um relatório com todos os usuários cadastrados no sistema.

Usuario	Email	Perfil	Cidade	Estado	Alterar
Admin Sistema	admin@admin.com	professor	Afonso Cláudio	AC	
Marcos Henrique Ramos da	m.henriquemos@hotmail.com	aluno	Irlanduba	PR	

1 10

Figura 5 – Tela Cadastro de Usuários

Na figura 6 temos o dialog para o cadastro de usuários, que é expandido ao clicar no botão cadastrar na tela de cadastro de usuários(Figura 5). Nesta tela o usuário precisará preencher os campos presentes no dialog, todos são de preenchimento obrigatório. Após o preenchimento, o usuário clicará no botão salvar para finalizar o cadastro.

The image shows a web application interface with a dark sidebar on the left and a main content area. The sidebar contains a menu with the following items: 'Cadastro Usuário', 'Cálculo Concentração Molar', 'Cálculo Diluição', 'Cálculo PPM', and 'Cálculo Concentração em Porcer'. The main content area displays a modal dialog titled 'Cadastrar Usuário'. The dialog has a close button (X) in the top right corner. It contains the following fields: 'Nome do Usuário: *' with a text input field containing the placeholder 'Insira o nome completo...'; 'Email: *' with a text input field containing the placeholder 'Ex: exemplo@exemplo.com.br'; 'Estado: *' with a dropdown menu showing 'Acre'; 'Cidade: *' with a dropdown menu showing 'Afonso Cláudio'; 'Perfil: *' with a dropdown menu showing 'Selecionar...'; 'Senha: *' with a text input field; and 'Confirmar senha: *' with a text input field. Below these fields is a note 'Campos obrigatórios *'. At the bottom right of the dialog are two buttons: 'Salvar' (highlighted in blue) and 'Cancelar' (disabled). In the background, a table is partially visible with columns 'Estado' and 'Alterar', and some data rows.

Figura 6 – Tela Cadastro de Usuários (dialog)

Na figura 7 temos a tela de cálculo de concentração molar, sendo exibida uma lista com os cálculos já realizados pelo usuário. Nesta tela temos o botão "Efetuar cálculo, em que será exibido um dialog, como mostra a figura 8 para que o usuário preencha os campos com os valores a serem calculados pela fórmula de cálculo de concentração molar. Nesta mesma tela ainda temos o botão "Emitir relatório, onde será emitido um relatório com todos os cálculos efetuados pelo usuário e um botão para a consulta de procedimento, que é o passo a passo em que o usuário deverá seguir para o preparo da substância após o cálculo. Essa tela ainda contém um botão de envio de resultado via email, onde o usuário seleciona o resultado que deseja enviar, e após seleciona o email em que deseja ser enviado.

Cálculos Químicos ☰ 👤 Sair

Cálculo de Concentração Molar

Efetuar Cálculo Emitir Relatório Consultar Procedimento

Descrição	Concentração Prete	Volume (L)	Massa Mol. Soluta	Pureza do Soluta (%)	Resultado (gramas)	Alterar	Enviar
Teste	1,0000	0,5000	8,0000	38	10,5263		
Teste	3,0000	0,9900	32,0000	75	126,7200		

1 10

Figura 7 – Tela Cálculo de Concentração Molar

Na figura 8 temos o dialog para ser realizado o cálculo de concentração molar, que é expandido ao clicar no botão "Efetuar cálculo" na tela de cálculo de concentração molar (Figura 7). Nesta tela o usuário precisará preencher os campos presentes no dialog, sendo eles de preenchimento obrigatório. Após o preenchimento, o usuário clicará no botão calcular, e será efetuado o cálculo através de sua fórmula.

A fórmula de cálculo utilizada para o cálculo de concentração molar é a seguinte: $\text{Molaridade}(M) = \text{massa}(m) / (\text{massa molar}(MM) * \text{volume}(V))$.

The image shows a software interface with a sidebar menu on the left containing options like 'Cadastro Usuário', 'Cálculo Concentração Molar', 'Cálculo Diluição', 'Cálculo PPM', and 'Cálculo Concentração em Porção'. The main area displays a dialog box titled 'Cálculo Concentração Molar'. The dialog has a 'Descrição:' field, followed by input fields for 'Concentração Pretendida (mol/L):', 'Volume (L):', 'Massa Mol. Solute (g/mol):', and 'Pureza do Solute (%)'. At the bottom right of the dialog are two buttons: 'Salvar e Calcular' and 'Cancelar'. In the background, a table is partially visible with columns for 'Estado (gramas)', 'Alterar', and 'Enviar f', containing numerical data.

Figura 8 – Tela Cálculo de Concentração Molar(dialog)

Na figura 9 temos a tela de cálculo de diluição, sendo exibida uma lista com os cálculos já realizados pelo usuário. Nesta tela temos o botão "Efetuar cálculo, em que será exibido um dialog, como mostra a figura 10 para que o usuário preencha os campos com os valores a serem calculados pela fórmula de cálculo de diluição. Nesta mesma tela ainda temos o botão "Emitir relatório, onde será emitido um relatório com todos os cálculos efetuados pelo usuário e um botão para a consulta de procedimento, que é o passo a passo em que o usuário deverá seguir para o preparo da substância após o cálculo. Essa tela ainda contém um botão de envio de resultado via email, onde o usuário seleciona o resultado que deseja enviar, e após seleciona o email em que deseja ser enviado.

Cálculos Químicos						
Cadastro Usuário						
Cálculo de Diluição						
Efetuar Cálculo Emitir Relatório Consultar Procedimento						
Descrição	Concentração Sol. Inicial	Concentração Sol. Preta	Vol. Solução Pretendida	Resultado (L)	Alterar	Enviar
Teste	0,2000	4,5000	0,2580	5,8050		
Teste	1,9000	3,2000	0,5000	0,8421		

Figura 9 – Tela Cálculo de Diluição

Na figura 10 temos o dialog para ser realizado o cálculo de diluição, que é expandido ao clicar no botão "Efetuar cálculo" na tela de cálculo de diluição (Figura 9). Nesta tela o usuário precisará preencher os campos presentes no dialog, sendo eles de preenchimento obrigatório. Após o preenchimento, o usuário clicará no botão calcular, e será efetuado o cálculo através de sua fórmula.

A fórmula de cálculo utilizada para o cálculo de concentração molar é a seguinte:
$$\text{Volume(V) de solução final} = (\text{concentração inicial} * \text{volume inicial}) / \text{concentração final}.$$

The image shows a web application interface with a sidebar menu on the left containing items like 'Cadastro Usuário', 'Cálculo Concentração Molar', 'Cálculo Diluição', 'Cálculo PPM', and 'Cálculo Concentração em P'. The main area is titled 'Cálculo de Diluição' and has sub-tabs: 'Efetuar Cálculo', 'Enviar Relatório', and 'Consultar Procedimento'. A modal dialog box titled 'Cálculo Diluição' is open, featuring four input fields: 'Descrição:', 'Concentração Sol. Inicial (mol/L):', 'Concentração Sol. Pretendida (mol/L):', and 'Vol. Solução Pretendida (L):'. At the bottom right of the dialog are two buttons: 'Salvar e Calcular' (highlighted in blue) and 'Cancelar'.

Figura 10 – Tela Cálculo de Diluição (dialog)

Na figura 11 temos a tela de cálculo de PPM(Partes por Milhão), sendo exibida uma lista com os cálculos já realizados pelo usuário. Nesta tela temos o botão "Efetuar cálculo, em que será exibido um dialog, como mostra a figura 12 para que o usuário preencha os campos com os valores a serem calculados pela fórmula de cálculo de PPM. Nesta mesma tela ainda temos o botão "Emitir relatório, onde será emitido um relatório com todos os cálculos efetuados pelo usuário e um botão para a consulta de procedimento, que é o passo a passo em que o usuário deverá seguir para o preparo da substância após o cálculo. Essa tela ainda contém um botão de envio de resultado via email, onde o usuário seleciona o resultado que deseja enviar, e após seleciona o email em que deseja ser enviado.

Descrição ↕	Concentração de Solução	Vol. Solução Aquosa (L)	Pureza do Sóluto (%) ↕	Resultado (gramas) ↕	Alterar	Enviar F
Teste	2,0000	0,7000	65,0000	0,00000215		
Teste	1,0000	1,0000	80,0000	0,00000125		

1 10

Figura 11 – Tela Cálculo de PPM(Partes por Milhão)

Na figura 12 temos o dialog para ser realizado o cálculo de PPM, que é expandido ao clicar no botão "Efetuar cálculo" na tela de cálculo de PPM (Figura 11). Nesta tela o usuário precisará preencher os campos presentes no dialog, sendo eles de preenchimento obrigatório. Após o preenchimento, o usuário clicará no botão calcular, e será efetuado o cálculo através de sua fórmula.

A fórmula de cálculo utilizada para o cálculo de PPM é a seguinte: $\text{Volume(V) de solução final} = X \text{ ppm} = X \text{ partes do soluto} / 1000000 \text{ partes da solução}$.

The image shows a screenshot of a web application interface. At the top, there is a blue header bar with the text "Cálculos Químicos" and a menu icon. Below the header, on the left, is a sidebar with a list of menu items: "Cadastro Usuário", "Cálculo Concentração Molar", "Cálculo Diluição", "Cálculo PPM", and "Cálculo Concentração em P". The main area of the application is titled "Cálculo de Ppm(Partes por Milhão)". In the center, a modal dialog box titled "Cálculo de PPM" is open. The dialog box contains four input fields: "Descrição:", "Concentração de Solução em PPM:", "Volume da Solução (L):", and "Pureza do Sóluto (%):". At the bottom right of the dialog box, there are two buttons: "Salvar e Calcular" (highlighted in blue) and "Cancelar". In the background, partially obscured by the dialog box, is another interface element showing a table with two rows of data, each with a value and an "Alterar" button.

Figura 12 – Tela Cálculo de PPM(Partes por Milhão) (dialog)

Na figura 13 temos a tela de cálculo de concentração em porcentagem, sendo exibida uma lista com os cálculos já realizados pelo usuário. Nesta tela temos o botão "Efetuar cálculo", em que será exibido um dialog, como mostra a figura 14 para que o usuário preencha os campos com os valores a serem calculados pela fórmula de cálculo de PPM. Nesta mesma tela ainda temos o botão "Emitir relatório", onde será emitido um relatório com todos os cálculos efetuados pelo usuário e um botão para a consulta de procedimento, que é o passo a passo em que o usuário deverá seguir para o preparo da substância após o cálculo. Essa tela ainda contém um botão de envio de resultado via email, onde o usuário seleciona o resultado que deseja enviar, e após seleciona o email em que deseja ser enviado.

The screenshot shows a web application titled "Cálculos Químicos". The sidebar on the left contains the following menu items: "Cadastro Usuário", "Cálculo Concentração Molar", "Cálculo Diluição", "Cálculo PPM", and "Cálculo Concentração em Porcentagem". The main content area is titled "Cálculo de Concentração em Porcentagem" and features three buttons: "Efetuar Cálculo", "Emitir Relatório", and "Consultar Procedimento". Below these buttons is a table with the following columns: "Descrição", "Concentração Percentual", "Volume da Solução", "Pureza do Sóluto", "Resultado", "Alterar", and "Enviar f". The table contains two rows of data:

Descrição	Concentração Percentual	Volume da Solução	Pureza do Sóluto	Resultado	Alterar	Enviar f
Teste	2,0000	0,4000	75,0000	0,0107	[Pencil icon]	[Envelope icon]
Teste	25,0000	0,6000	55,0000	0,2727	[Pencil icon]	[Envelope icon]

At the bottom of the table, there are pagination controls showing "1" of "10" items.

localhost8081/softcalqui/base/cadastros/cadastro-usuario.isf

Figura 13 – Tela Cálculo de Concentração em Porcentagem)

Na figura 14 temos o dialog para ser realizado o cálculo de concentração em porcentagem, que é expandido ao clicar no botão "Efetuar cálculo" na tela de cálculo de concentração em porcentagem (Figura 13). Nesta tela o usuário precisará preencher os campos presentes no dialog, sendo eles de preenchimento obrigatório. Após o preenchimento, o usuário clicará no botão calcular, e será efetuado o cálculo através de sua fórmula.

A fórmula de cálculo utilizada para o cálculo de concentração em porcentagem é a seguinte: $\text{Volume(V) ou massa(m) do soluto} = \text{porcentagem desejada} * 100 / \text{volume(V) ou massa(m) do soluto}$.

The image shows a web application interface for chemical calculations. A sidebar on the left contains a menu with items: 'Cadastro Usuário', 'Cálculo Concentração Molar', 'Cálculo Diluição', 'Cálculo PPM', and 'Cálculo Concentração em Porcentagem'. The main area is titled 'Cálculo de Concentração em Porcentagem' and has three tabs: 'Efetuar Cálculo' (active), 'Enviar Relatório', and 'Consultar Procedimento'. A modal dialog box titled 'Cálculo Concentração Molar' is open, featuring four input fields: 'Descrição:', 'Concentração Percentual:', 'Volume da Solução:', and 'Pureza do Soluta:'. At the bottom right of the dialog are two buttons: 'Salvar e Calcular' (blue) and 'Cancelar' (grey). In the background, a table is partially visible with columns for 'Resultado', 'Alterar', and 'Enviar f', containing numerical values like 0,0107 and 0,2727.

Figura 14 – Tela Cálculo de Concentração em Porcentagem (dialog)

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou o desenvolvimento de um software web, que informatizasse os cálculos realizados nos laboratórios de química do Instituto Federal do Paraná – Campus Paranaíba, assim, auxiliando na rotina de técnicos de laboratório, alunos e professores, transmitindo maior segurança e uma redução considerável na realização de cálculos, tendo em vista que os mesmos não serão mais necessários serem realizados manualmente.

Esse sistema inova a forma de realização de cálculos nos laboratórios, tendo em vista que, atualmente, todos os cálculos são realizados de forma manual.

Assim, o software realizará os cálculos de forma rápida, calculando massas ou volumes de diferentes tipos de reagentes, além de proporcionar ao usuário o procedimento adequado para o preparo de determinadas soluções.

REFERÊNCIAS:

- AFONSO, A. (2017) **O que é Spring Security?** Disponível em: <<http://blog.algaworks.com/spring-security/>> (Acesso em 02 de junho de 2018).
- ANDRADE, R.P. et al. **O uso do TIC na disciplina de Química: Análise de um simulador para o ensino de Petróleo.** ISSN: 2178-6135, 2007.
- BROWN, T. L. et al. **Química, a ciência central;** Editora: Pearson Education Brasil, 13ª edição, São Paulo – SP. (2016).
- BUENO, K. J. (2013) **O que é JSF (JavaServer Faces)?** Disponível em: <<http://fabrica.ms.senac.br/2013/06/o-que-e-jsf-java-server-faces/>> (Acesso em 12 de junho de 2018).
- Caelum (2015a) **O que é Java EE?** Disponível em: <<https://www.caelum.com.br/apostila-java-web/o-que-e-java-ee/>> (Acesso em 8 de junho de 2018).
- Caelum (2015b) **Uma introdução prática ao JPA com Hibernate** Disponível em: <<https://www.caelum.com.br/apostila-java-web/uma-introducao-pratica-ao-jpa-com-hibernate/>> (Acesso em 07 de junho de 2018).
- DOS SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M.; SERRANO, A. **Uso do software *Dicewin* na química geral.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 58-69, 2003.
- FREIRE et al. **Preparo de Soluções.** Circular técnica. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Campina Grande, PB. ISSN 0100-6460, 2000.
- FREITAS, R. G. **Problemas e exercícios de química.** 9.ed. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1968. 293 p.
- LANHELLAS, R. (2014) **JasperReport: Relatórios em Java com iReport** Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/jasperreport-relatorios-em-java-com-ireport/31075>> (Acesso em 15 de junho de 2018).
- MENDES, A. P.; SANTANA, G. P.; JÚNIOR, E. S. F. P. **O uso do software PhET como ferramenta para o ensino de balanceamento de reação química.** Rev. ARETÉ. Manaus, v.8, n.16, p.52-60, 2015.
- MORAES, J. B. D. (2009) **Técnicas para levantamento de requisitos** Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/tecnicas-para-levantamento-de-requisitos/9151>> (Acesso em 14 de junho de 2018).
- OTTERO, R. (2012) **Introdução ao Maven** Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/introducao-ao-maven/25128>> (Acesso em 09 de junho de 2018).

PALMEIRA, T. V. V. (2012) **Conhecendo o Eclipse – Uma apresentação detalhada da IDE** Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/conhecendo-o-eclipse-uma-apresentacao-detalhada-da-ide/25589>> (Acesso em 01 de junho de 2018).

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M. A.; **Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química.** Experiências em Ensino de Ciências – V4(1), pp.65-78, 2009.

RIBEIRO, L. (2012). **O que é UML e diagramas de casos de uso: Introdução prática à UML** Disponível em <<https://www.devmedia.com.br/o-que-e-uml-e-diagramas-de-caso-de-uso-introducao-pratica-a-uml/23408>> (Acesso em 09 de junho de 2018).

Santos, A. O.; Silva, R. P.; Andrade, D.; Lima, J. P. M. **Dificuldades e motivações de aprendizagem em química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química).** Scientia Plena 2013,

SCHIECK, R. (2015) **Introdução ao PrimeFaces** Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/introducao-ao-primefaces/33139>> (Acesso em 03 de junho de 2018).

SOUZA, J.L; et al. **Elaboração de Experimentos Computacionais de Química para o Ensino Médio mediados pelo Programa ArgusLab.** XVI Encontro de Química da Região Sul. Blumenau, SC, 2004.

TEIXEIRA, J. R. (2013) **Introdução ao MySQL** Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/introducao-ao-mysql/27799>> (Acesso em 12 de junho de 2018).

VIEIRA, E; MEIRELLES, R.M.S; RODRIGUES, D.C.G.A. **O uso de tecnologias no Ensino de Química: A experiência do laboratório virtual química fácil.** Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0468-1.pdf> > (Acesso em 01 de junho de 2018.)