



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciência

Instituto de Matemática e Estatística

Khalil Beltrão Pereira

**Plataforma de Análise de Bactérias Multirresistentes: Sistemas
NETGen e CurSystem**

Rio de Janeiro

2021

Khalil Beltrão Pereira

**Plataforma de Análise de Bactérias Multirresistentes: Sistemas NETGen e
CurSystem**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Computacionais, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof^a Dra. Maria Clicia Stelling de Castro

Rio de Janeiro

2021

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

P436 Pereira, Khalil Beltrão.
Plataforma de análise de bactérias multirresistentes: sistemas
NETGen e CurSystem / Khalil Beltrão Pereira – 2021.
138 f. : il.

Orientadora: Maria Clicia Stelling de Castro.
Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) - Universidade
do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Matemática e Estatística.

1. Modelagem de dados - Teses. 2. Software – Controle de
qualidade - Teses. 3. Bactérias patogênicas – Teses. I. Castro, Maria
Clicia Stelling de. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
Instituto de Matemática e Estatística. III. Título.

CDU 004.414.2

Patricia Bello Meijinhos CRB7/5217 -Bibliotecária responsável pela elaboração da ficha catalográfica

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
dissertação, desde que citada a fonte

Assinatura

Data

Khalil Beltrão Pereira

**Plataforma de Análise de Bactérias Multirresistentes: Sistemas NETGen e
CurSystem**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Computacionais, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 16 de Março de 2021.

Banca Examinadora:

Prof^ª Dra. Maria Clicia Stelling de Castro (Orientador)
Instituto de Matemática e Estatística – UERJ

Prof^ª Dra. Vera Maria Benjamin Werneck
Instituto de Matemática e Estatística – UERJ

Prof. Dr. Fabrício Alves Barbosa da Silva
Fundação Oswaldo Cruz

Rio de Janeiro

2021

RESUMO

PEREIRA, K. B. P. *Plataforma de Análise de Bactérias Multirresistentes: Sistemas NETGen e CurSystem*. 2021. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

O número de infecções hospitalares causadas por bactérias multirresistentes na rede de hospitais brasileiros é significativo e representa um problema de saúde pública. Assim, o grupo de pesquisa em modelagem computacional de bactérias multirresistentes da FIOCRUZ, que investiga esse problema, vem desenvolvendo aplicações relacionadas à modelagem e análise de bactérias multirresistentes. As aplicações necessitam seguir padrões de qualidade para que sejam utilizadas, além dos pesquisadores da FioCruz, por outros grupos de pesquisa nacional e pela comunidade internacional. Neste trabalho desenvolvemos versões das aplicações NETGen e CurSystem, pertencentes a plataforma relacionada a pesquisa das bactérias multirresistentes, visando atingir um padrão de qualidade que permita a disponibilização dessas ferramentas para todas essas comunidades. Abordamos detalhadamente a metodologia de desenvolvimento, as melhorias e os resultados obtidos com as versões propostas. Na avaliação da qualidade usamos as métricas da ISO 25010. A ISO 25010 é uma norma para padrões reconhecidos internacionalmente que auxiliam na avaliação de softwares da perspectiva de Engenharia de Software. Este modelo é considerado um padrão válido, confiável e eficiente na avaliação da qualidade do software. As características da ISO/IEC 25010 são capazes de fornecer uma boa referência para avaliar as melhorias realizadas na plataforma de Análise de Bactérias Multirresistentes da FIOCRUZ. Nesta pesquisa, a avaliação da qualidade foi feita através de formulários *online*. Essa avaliação é realizada para verificar se as melhorias são efetivas, alguma característica precisa ser aprimorada ou ainda complementada. Os usuários nesse caso são os pesquisadores ou profissionais com formação em Ciência da Computação especializados em interfaces humano computador. A avaliação é focada nas características de Adequação Funcional, Confiabilidade, Usabilidade e Eficiência de Desempenho. Com base nos resultados da avaliação, obtivemos que todas as características de avaliação propostas pelo ISO/IEC 25010 foram bem avaliadas e aprimoradas em relação a versão anterior do software.

Palavras-chave: Bactérias multirresistentes. Avaliação. ISO/IEC 25010. Modelo de qualidade.

ABSTRACT

PEREIRA, K. B. P. *Multiresistant Bacteria Analysis Platform: NETGen and CurSystem Systems*. 2021. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Computacionais) – Instituto de Matemática e Estatística
, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

The number of hospital infections caused by multi-resistant bacteria in the Brazilian hospital network is significant and represents a public health problem. Thus, the research group on computational modeling of multidrug-resistant bacteria Fiocruz in order to investigate this problem developed software for the analysis of multidrug-resistant bacteria. However, the software was an in-house development with a lack of quality standards. With the need to expand the software to the international community, the objective of this work arose, which was to carry out improvement processes that were later evaluated by the users of the systems themselves, the improvements and the results of the evaluations are documented in the present work. As a metric for evaluating software quality, ISO 25010 was used, since ISO 25010 is one of the internationally recognized evaluation standards in software evaluation from a software engineering perspective. This model is considered a valid, reliable and efficient standard in assessing the quality of the software. The characteristics of ISO/IEC 25010 are able to provide a good reference for evaluating FIOCRUZ's Multiresistant Bacteria analysis software. In this research, the quality assessment was done through online forms. This evaluation is carried out to verify if the improvements were effective or if there was still any characteristic of the software that needs to be improved. The users in this case are the researchers. The assessment is focused on the characteristics of functional suitability, reliability, usability and performance efficiency. Based on the evaluation results, we obtained that all the evaluation characteristics proposed by ISO/IEC 25010 were well evaluated and improved in relation to the previous version of the software.

Keywords: Multidrug-resistant bacteria. Evaluation. ISO/IEC 25010. Quality model.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Padrão MVC.	14
Figura 2 - Arquitetura do Sistema Web NETGen.	16
Figura 3 - Exemplo de Referência Cruzada de IDs de Genes.	18
Figura 4 - Exemplo de Referência cruzada (<i>cross-references</i>)	19
Figura 5 - Método FBA interno do NETGen.	22
Figura 6 - Cálculo de Biomassa realizado através de <i>script</i>	23
Figura 7 - Fluxo de trabalho de curadoria assistida da rede metabólica.	26
Figura 8 - Grade de doze colunas.	29
Figura 9 - Coreografia do Conteúdo.	30
Figura 10 - Sistema de grades de diferentes dispositivos.	31
Figura 11 - Tela inicial.	32
Figura 12 - Tela de desafios.	33
Figura 13 - Código fonte para língua inglesa.	35
Figura 14 - Código fonte para língua portuguesa.	36
Figura 15 - Tela inicial em inglês.	36
Figura 16 - Tela inicial em português.	37
Figura 17 - Ferramenta de Tradução.	38
Figura 18 - Google Tradutor.	38
Figura 19 - Fluxo de interação entre cliente e servidor no protocolo do TLS.	40
Figura 20 - Sistema CurSytem com o protocolo TLS, acesso através do Google Chrome e num <i>desktop</i>	41
Figura 21 - Sistema CurSytem com o protocolo TLS, acesso através do Google Chrome e num dispositivo móvel.	42
Figura 22 - Identificação do protocolo TLS em diferentes navegadores Google Ch- rome, Mozilla Firefox e Internet Explorer.	43
Figura 23 - Emissão do certificado para o domínio <i>pseudomonas.procc.fiocruz.br</i>	44
Figura 24 - Hierarquia das entidades certificadoras.	45
Figura 25 - Pedido de aceitação do certificado digital.	46
Figura 26 - <i>Site</i> Falso.	47
Figura 27 - Notação MoLIC.	50
Figura 28 - Diagrama de Objetos Finais do NETGen: sem melhorias.	51
Figura 29 - Diagrama de Objetos Finais do NETGen: melhorias funcionais.	52
Figura 30 - Diagrama de Objetos Finais do CurSystem: sem melhorias.	53
Figura 31 - Diagrama de Objetos Finais do CurSystem: melhorias funcionais.	53
Figura 32 - Requisitar Conta de Usuário.	54
Figura 33 - Manutenção de Contas na visão do administrador.	55

Figura 34 - Manutenção de Contas na visão de um usuários.	56
Figura 35 - Manutenção de Especialidades.	58
Figura 36 - Manutenção de Desafios.	60
Figura 37 - Manutenção de Respostas e Comentários.	61
Figura 38 - Características.	65
Figura 39 - Características e Sub-características da Norma ISO/IEC 25010.	66
Figura 40 - Metas-Perguntas-Métricas.	72
Figura 41 - Sexo.	75
Figura 42 - Função, objetivos e necessidades.	76
Figura 43 - Geração de informações, relatórios e documentos	77
Figura 44 - Processamento de dados e o tempo de resposta.	77
Figura 45 - Investimento em hardware.	78
Figura 46 - Nível máximo de informações.	78
Figura 47 - Múltiplos usuários.	79
Figura 48 - Facilidade no uso da plataforma.	79
Figura 49 - Clareza nas informações e documentos.	80
Figura 50 - Experiência de falhas na plataforma.	81
Figura 51 - Navegação após possível erro pontual.	81
Figura 52 - Confiabilidade para depósito de informações.	82
Figura 53 - Controle de acesso às informações.	83
Figura 54 - Impacto da manutenções nos dados.	84
Figura 55 - Impacto das atualizações na plataforma.	84
Figura 56 - Acesso em diferentes sistemas operacionais e navegadores.	85
Figura 57 - Diferentes sistemas operacionais e navegadores.	86
Figura 58 - Acesso em diferentes dispositivos.	86
Figura 59 - Uso contínuo da plataforma.	87
Figura 60 - Complexidade do NETGen.	87
Figura 61 - Facilidade de uso.	88
Figura 62 - Necessidade o auxílio externo.	89
Figura 63 - Integração das funções do NETGen.	89
Figura 64 - Experiência de inconsistência.	90
Figura 65 - Aprendizagem rápida.	90
Figura 66 - Dificuldade de uso.	91
Figura 67 - Confiabilidade.	91
Figura 68 - Necessidade de aprendizado.	92
Figura 69 - Utilidade da aplicação NetGen.	92
Figura 70 - Aplicação é eficaz.	93
Figura 71 - Preencheu suas expectativas.	93
Figura 72 - Uso contínuo da plataforma.	94

Figura 73 - Complexidade do Cursystem.	94
Figura 74 - Facilidade no uso.	95
Figura 75 - Necessidade o auxílio.	95
Figura 76 - Integração das funções.	96
Figura 77 - Experiência de inconsistência.	96
Figura 78 - Aprendizagem rápida.	97
Figura 79 - Dificuldade de uso.	97
Figura 80 - Confiabilidade.	98
Figura 81 - Necessidade de aprendizado.	98
Figura 82 - Utilidade da aplicação CurSystem.	99
Figura 83 - Aplicação eficaz.	99
Figura 84 - Preencheu suas expectativas.	100
Figura 85 - Acesso ao sistema – telas do sistema CurSystem.	108
Figura 86 - Menu - Acesso ao sistema – tela do sistema NETGen.	109
Figura 87 - Tela de Cadastro – NETGen.	110
Figura 88 - Nova Reconstrução – Informações Iniciais.	111
Figura 89 - Nova Reconstrução – Inferência.	112
Figura 90 - Nova Reconstrução – Confirmação.	113
Figura 91 - Nova Reconstrução – mensagem de execução em andamento.	113
Figura 92 - Nova Reconstrução – exemplo de e-mail enviado ao final da execução.	114
Figura 93 - Tela de Cadastro – CurSystem.	115
Figura 94 - Desafios do CurSystem.	116
Figura 95 - Tela do Desafio.	117
Figura 96 - Tela da Lista de Desafios.	118
Figura 97 - Tela da Lista de Desafios - Novo Desafio.	118
Figura 98 - Criação de Novo Desafio.	119
Figura 99 - Edição de Desafio.	120
Figura 100 - Confirmação de Remoção de Desafio.	121
Figura 101 - Botões de navegação da tabela de Desafios e quantidade de registros.	121
Figura 102 - Lista de Desafios.	122
Figura 103 - Informações do Desafio.	123
Figura 104 - Responder Desafio.	124
Figura 105 - Tabela de Respostas dos Desafios.	125
Figura 106 - Excluir Resposta do Desafio.	126
Figura 107 - Validação de Resposta do Desafio.	127
Figura 108 - Desafio Validado.	127
Figura 109 - Lista de Discussão do Desafio.	128
Figura 110 - Edição e Exclusão de Comentários.	129
Figura 111 - Cadastrar Comentário.	130

Figura 112 - Comentário de Resposta do Desafio.	131
Figura 113 - Edição de Comentário das Respostas.	132
Figura 114 - Informações dos Desafios.	133

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	10
1	REFERENCIAL TEÓRICO E PLATAFORMA	13
1.1	Tecnologias Utilizadas	13
1.2	NETGen – Sistema WEB de Geração de Redes Metabólicas . . .	15
1.3	CurSystem – Sistema WEB de Curadoria de Redes Metabólicas	24
2	PLATAFORMA PARA ANÁLISE DE BACTÉRIAS MULTIR- RESISTENTES COM FOCO EM USABILIDADE	27
2.1	Usabilidade em interfaces WEB	27
2.2	<i>Design</i> de interface em Sistema de Grade Responsivo	28
2.3	Plataforma bilíngue	33
2.4	Segurança e Controle de acesso	39
2.5	Melhorias Funcionais	48
2.6	NETGen	51
2.7	CurSystem	52
3	METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO	63
3.1	Norma ISO/IEC 25010	63
3.2	Breve Histórico	64
3.3	Padrão de Qualidade de Software ISO/IEC 25010	65
3.4	Processo de Avaliação	70
3.5	Questionário	73
4	RESULTADOS	75
4.1	Parte 1 - Perfil dos Participantes	75
4.2	Parte 2 - Critérios da ISO	76
4.3	Parte 3 - NETGen	87
4.4	Parte 4 - CurSystem	94
	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	101
	REFERÊNCIAS	103
	APÊNDICE A – Manual de ajuda	107
	APÊNDICE B – Questionários	134

INTRODUÇÃO

Nas redes de hospitais brasileiros ocorrem muitas infecções causadas por bactérias multirresistentes. Elas representam um grande problema de saúde pública, e são responsáveis por altas taxas de mortalidade e morbidade em nosso sistema de saúde (ANVISA, 2014).

Os agentes causadores de infecções são microrganismos que possuem resistência a antibióticos, chamados de multirresistentes. As opções terapêuticas para tratar as bactérias multirresistentes (OMS, 2017) são poucas ou quase inexistentes. O grupo de pesquisa em modelagem computacional de bactérias multirresistentes, da FIOCRUZ, que investiga esse problema vem desenvolvendo softwares relacionados à modelagem e análise de bactérias multirresistentes. As ferramentas computacionais necessitam de altos padrões de qualidade para que sejam utilizadas, além dos pesquisadores da FioCruz, por outros grupos de pesquisa que compõem as comunidades nacional e internacional.

Neste trabalho o objetivo principal foi desenvolver a plataforma de análise de bactérias multirresistentes, compostas pelas aplicações NETGen e CurSystem, baseada no trabalho de (RAMOS, 2018), visando atingir um padrão de qualidade que permita a disponibilização dessas ferramentas para todas essas comunidades tornando o produto melhor academicamente e internacionalmente.

A aplicação WEB NETGen surgiu da necessidade específica para geração da rede metabólica da bactéria *Pseudomonas aeruginosa* CCBH4851. Utilizando a aplicação NETGen é possível simular o desenvolvimento dessa bactéria rapidamente, através de reconstrução da rede metabólica a partir de determinados parâmetros. Os resultados obtidos com NETGen podem ser utilizados, por exemplo, para identificar novos alvos terapêuticos.

O CurSystem é uma aplicação de curadoria criada para reunir especialistas de modo remoto e assíncrono. Ela é uma ferramenta de fácil uso e acesso, onde o principal objetivo é a curadoria de redes biológicas.

A aplicação WEB CurSystem surgiu para promover o refinamento da rede gerada pela aplicação NETGen. Esse refinamento é realizado através da interação remota e assistida entre especialistas. Através do CurSystem podem ser propostos desafios para os grupos de especialistas que participam da curadoria. Esses desafios abordam questões relacionadas às características da rede metabólica que necessitam discussão. Cada *gap* analisado pode ter uma ou mais soluções (respostas) propostas. Para cada resposta, pode ou não ser criada uma lista de discussão entre os pesquisadores. O responsável pelo desafio define uma solução entre as respostas disponíveis, a resolução aprovada é aplicada na modificação do modelo, gerando uma nova versão da rede metabólica a cada evolução.

A aplicação CurSystem pode ser generalizada e utilizada para a curadoria em qual-

quer tema. Para um determinado contexto, é necessário somente separar os grupos de especialistas de acordo com a curadoria, e os desafios gerados são enviados para os especialistas envolvido naquele contexto.

Nas versões desenvolvidas, nesse trabalho, optamos por manter essas duas aplicações no modelo WEB. Esse modelo permite a interação entre especialistas com as plataformas sem restrições geográficas. Esse tipo de aplicação WEB substitui as aplicações que antes eram instaladas e executadas individualmente em cada máquina. Algumas das vantagens das aplicações WEB são mobilidade, custo e atualização.

As ferramentas NETGen e CurSystem, atualmente, encontram-se disponíveis no servidor localizado na Sede do Programa de Computação Científica do Instituto Oswaldo Cruz e podem ser acessadas através dos *links*:

- <https://pseudomonas.procc.fiocruz.br:8185/netgen>
- <https://pseudomonas.procc.fiocruz.br:8185/CurSystem>

Ambas aplicações foram propostas no trabalho de Ramos (RAMOS, 2018). Para torná-las acessíveis aos especialistas das comunidades nacional e internacional, foi necessário avaliar, na primeira versão, as suas funcionalidades, sendo detectadas várias falhas de interação, usabilidade e segurança (PRATES; DINIZ; BARBOSA, 2003). Dentre as falhas podemos citar ausência de documentação, falta de informações sobre as funcionalidades que cada ferramenta oferece, abas das ferramentas sem explicação, falta de suporte em mais de uma linguagem visando a disseminação entre especialistas internacionais, ausência de padronização, elementos gráficos pouco explorados, falta de certificado digital *Transport Layer Security* (TSL) entre outras (BARBOSA, 2010).

A ideia foi obter versões mais completas e amigáveis dessas aplicações WEB, inserindo diferentes funcionalidades. Por exemplo, explicar todos os ícones da aplicação, melhor utilização de elementos gráficos, criar um manual *online*, aplicar tradução automática para a língua inglesa de informações inseridas em português, quando pertinente, adição de certificado digital TSL entre outras melhorias que auxiliam na experiência do usuário e segurança da aplicação.

A nova versão da plataforma de análise de bactérias multirresistentes, composta pelas aplicações NetGen e CurSystem, mantém o modelo WEB, mas agrega um Web Design Responsivo. Dessa forma, a plataforma contém páginas web que são renderizadas adequadamente em uma variedade de dispositivos e tamanhos de janelas ou telas diferentes. Assim, expandimos a mobilidade da aplicação WEB, uma vez que pode ser acessada de qualquer dispositivo com um navegador e acesso a internet incluindo dispositivos móveis como *tablets* e celulares.

Para atingir o objetivo principal, que é tornar o produto melhor academicamente e internacionalmente, foram definidos objetivos específicos, como validar e avaliar a usabilidade dessas duas aplicações WEB, o NETGen e o CurSystem. A partir dos resultados

obtidos, foi realizado o *re-design* da interface e funcionalidades dessas aplicações, de forma a melhorar a experiência do usuário ao utilizar as ferramentas. Após a geração de novas versões visando a interação dos usuários, foram realizadas outras validações e avaliação para observar o nível de melhoria da usabilidade obtido. Como a proposta do trabalho é permitir a expansão para a comunidade internacional, as avaliações da qualidade das melhorias executadas seguiram a norma ISO/IEC 25010. Optamos pelo ISO/IEC 25010 por ser uma das normas internacionais de qualidade mais difundidas na atualidade.

A ISO/IEC 25010 é uma padronização internacional feita pela ISO/IEC usada para avaliar produtos de software. Esse padrão tem sido muito utilizado na pesquisa realizada para avaliar a qualidade de um sistema. Existem oito características de qualidade na norma ISO/IEC 25010: Adequação Funcional, Eficiência de Desempenho, Compatibilidade, Usabilidade, Confiabilidade, Segurança, Manutenção e Portabilidade.

Esta dissertação tem como outro objetivo específico documentar todas as etapas realizadas para obtenção das novas versões, com funcionalidades mais amigáveis para os usuários, e posterior avaliação das melhorias para essas aplicações WEB. Para a avaliação foram aplicados questionários, elaborados de acordo à ISO/IEC 25010. Ao final, propomos que esses documentos sejam utilizados como guia de melhorias e avaliação em outras aplicações WEB.

O restante deste trabalho está organizado nos seguintes capítulos. O Capítulo 1 descreve a fundamentação teórica utilizada do desenvolvimento da plataforma para análise de bactérias multirresistentes. Mais especificamente aborda os detalhes das funções das aplicações NETGen e CurSystem e as tecnologias empregadas. O Capítulo 2 apresenta as novas funções inseridas na plataforma para análise de bactérias multirresistentes. Para cada nova função é apresentada a revisão bibliográfica. No Capítulo 3, a partir das características da ISO/IEC 25010, estão descritas as perguntas elaboradas para a realização da avaliação das novas versões das aplicações da plataforma. Os resultados obtidos, sua análise e discussão estão no Capítulo 4. Finalizamos este trabalho apresentando nossas conclusões para a dissertação e propostas para trabalhos futuros.

1 REFERENCIAL TEÓRICO E PLATAFORMA

Esse capítulo descreve detalhadamente a plataforma para análise de bactérias multirresistentes. Mais especificamente, aborda os detalhes das funções das aplicações NET-Gen e CurSystem e como foram concebidas, além da fundamentação teórica empregada. As melhorias e novas funcionalidades de ambas aplicações são apresentadas no Capítulo 2.

1.1 Tecnologias Utilizadas

Para que a plataforma possa estar à disposição dos usuários, sem limite de tempo ou posicionamento geográfico, as aplicações NETGen e CurSystem foram desenvolvidas no modelo WEB. A tecnologia Java Enterprise Edition (EE) foi selecionada para o desenvolvimento da plataforma (AHMED; UMRYSH, 2002).

A tecnologia Java EE possui estrutura tecnológica adequada ao desenvolvimento de sistemas WEB, como escalabilidade, segurança, controle transacional. Além disso, proporciona uma padronização no desenvolvimento do trabalho (QIAN et al., 2010). No Java EE todas as suas especificações de plataforma consideram uma arquitetura de projeto em camadas *Model View Controller* (MVC) (AHMED; UMRYSH, 2002). Para cada camada no modelo MVC foram utilizados os seguintes *frameworks* (DEITEL; DEITEL, 2005; GONÇALVES, 2007):

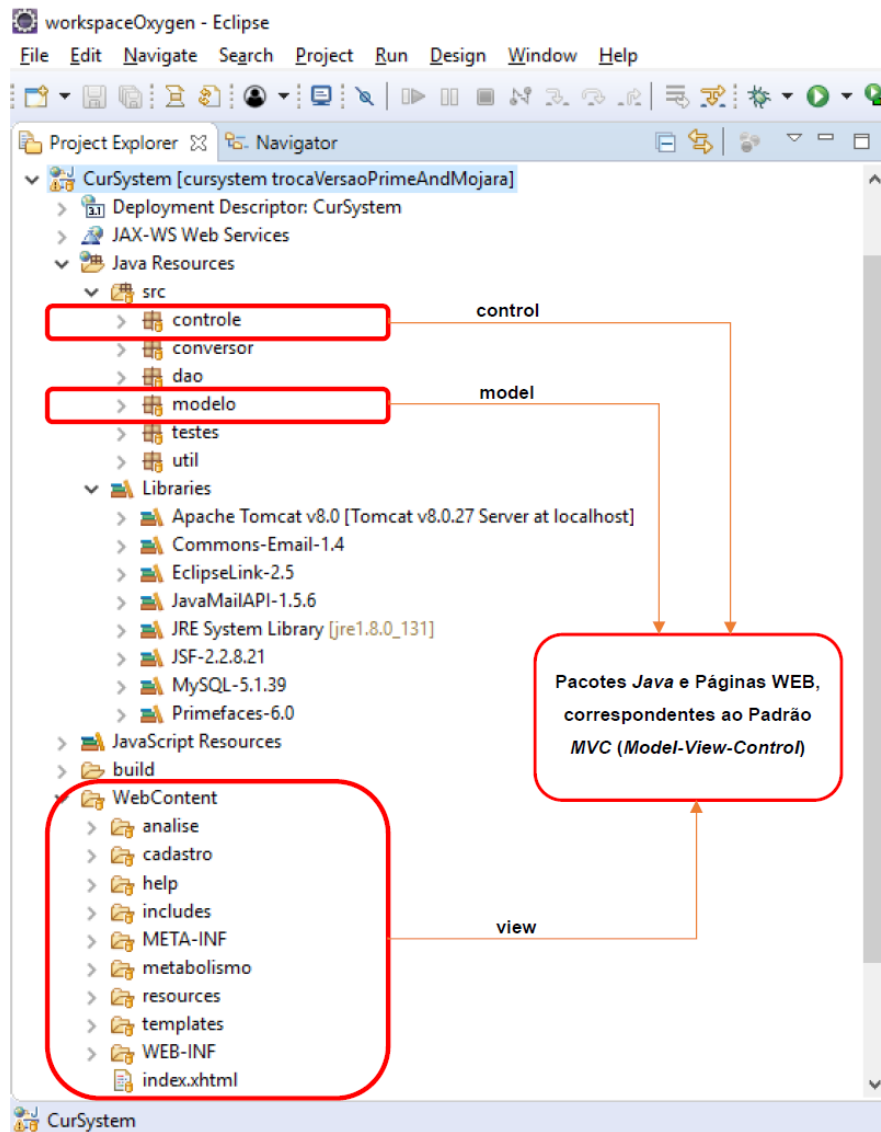
- Modelo (*Model*)
 - Java Persistence API (JPA);
 - Java Database Connectivity (JDBC);
- Visão (*View*)
 - JavaServer Faces (JSF) (v2.2.8.21);
 - Primefaces (v6.0);
- Controle (*Controller*)
 - Java Core (v1.8.131);
 - Python (v2.7).

A tecnologia e *frameworks* citados foram os adotados na criação das aplicações (sistemas WEB) e mantidos nas novas versões das aplicações da plataforma.

Ambas as aplicações, NETGen e CurSystem, possuem notificações através do envio de mensagens por *E-mails*. Para esses envios foi utilizada a API de *E-mail* da Oracle (HAROLD, 2013).

Na Figura 1 podemos observar os elementos citados, as referências das APIs e as camadas implementadas seguindo o padrão MVC.

Figura 1 - Padrão MVC.



Para execução da plataforma foi implantado o servidor de aplicação Apache Tomcat (v8.0.27). Esse servidor fornece todo o suporte necessário a plataforma WEB desenvolvida com o padrão Java EE. Não é preciso qualquer outro tipo de serviço adicional (GONÇALVES, 2007).

A plataforma, atualmente, encontra-se disponível no servidor do Programa de Computação Científica do Instituto Oswaldo Cruz e as aplicações podem ser acessadas

através dos *links*:

- <https://pseudomonas.procc.fiocruz.br:8185/netgen>;
- <https://pseudomonas.procc.fiocruz.br:8185/CurSystem>.

As seções, a seguir, abordam os sistemas WEB NetGen e CurSystem.

1.2 NETGen – Sistema WEB de Geração de Redes Metabólicas

O NETGen surgiu da necessidade específica de geração da rede metabólica da *Pseudomonas aeruginosa* CCBH4851. Existem alguns sistemas de reconstrução de redes metabólicas disponíveis na literatura, como o BiGG (BIGG . . . , 2020), BioModelsDB (NOVÈRE et al., 2006), ModelSEED (HENRY et al., 2010) e outros em desenvolvimento. Porém, todos os sistemas estão ainda distantes de um suporte abrangente de compatibilidade para modelagens de diferentes organismos. Esse fato justifica o desenvolvimento da aplicação NETGen, que pode ser utilizada com essa finalidade. Cada modelo tem suas características e podem ser vistos em (COPELAND et al., 2012).

A arquitetura do sistema NETGen foi desenvolvida e estruturada para possibilitar a compatibilidade entre diferentes APIs disponíveis que processam dados biológicos.

A Figura 2 mostra que o sistema NETGen possui etapas bem definidas numeradas de 1 a 5, de acordo com a estrutura de tópicos a seguir:

- **Etapa 1** - Entrada;
- **Etapa 2** - Comparação;
- **Etapa 3** - Busca Externa;
- **Etapa 4** - Cálculo de Biomassa;
- **Etapa 5** - Saída.

Essas etapas incluem desde a leitura de arquivos com os formatos GBK (GenBank) e SBML (Systems Biology Markup Language) como entrada na Etapa 1, até à criação, análise, exportação e envio da nova geração de rede metabólica para o usuário responsável pela reconstrução, terminando na Etapa 5. Cada uma destas etapas da arquitetura está detalhada a seguir (HUCKA et al., 2003; MCENTYRE; OSTELL, 2002).

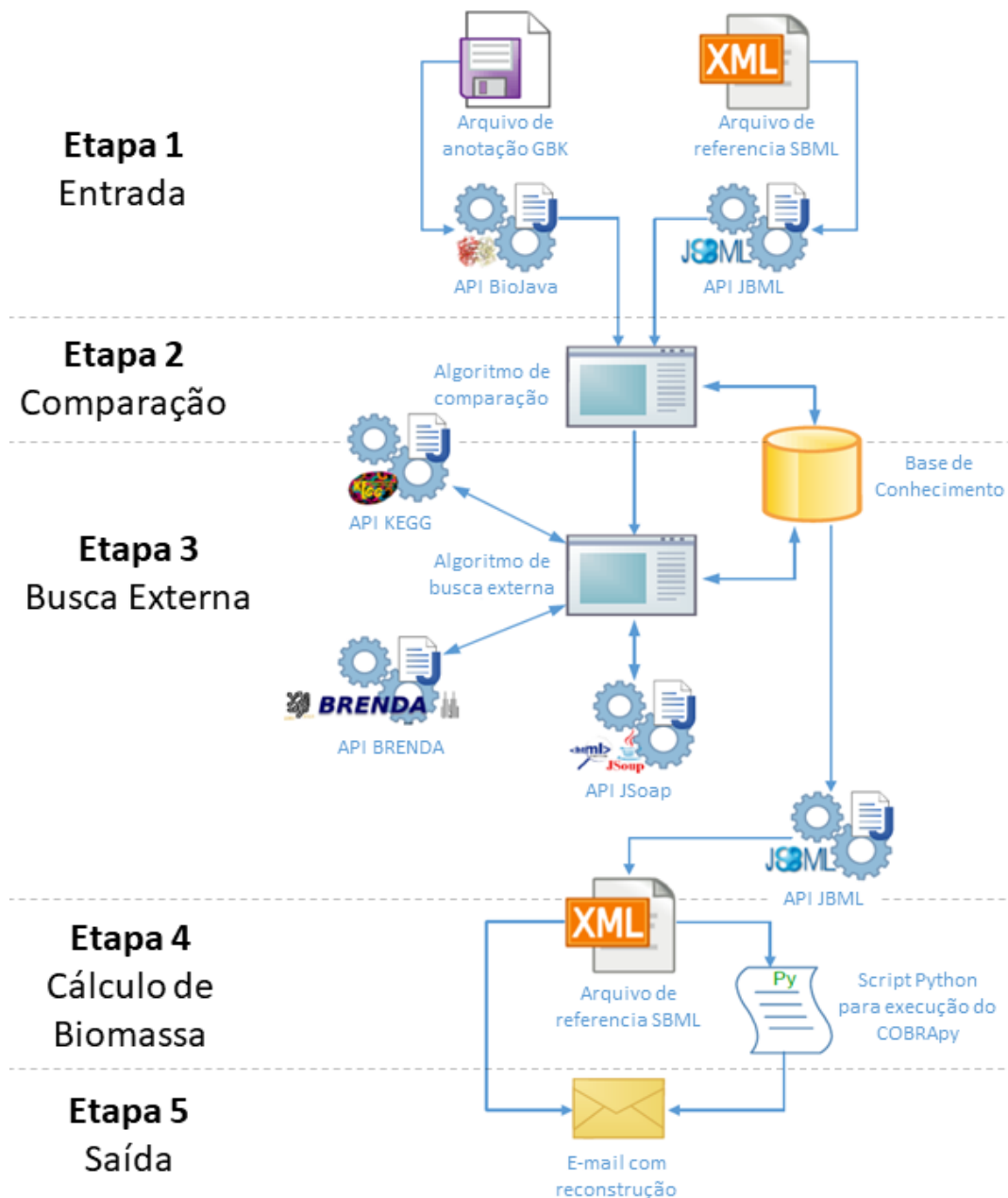
Durante o processo de execução do NETGen, na Etapa 1, podem ser incluídas APIs de pesquisa bem consolidadas, como por exemplo BioJava (processamento de informações em arquivos de dados biológicos) ou JSBML (DRAGER et al., 2011). O projeto JSBML possui uma biblioteca SBML que mapeia os elementos SBML para uma hierarquia de

tipos flexível e estendida, além de incluir uma API escrita em Java para processamento de arquivos SBML.

O sistema NETGen, também, possui integração com a linguagem Python para execução do pacote COBRApy (EBRAHIM et al., 2013), além do suporte para análise prévia do modelo de rede metabólica gerado e enviado para usuário.

Os dois algoritmos desenvolvidos na linguagem Python estão descritos a seguir. Eles fazem parte das Etapas 2 e 3, respectivamente, que são responsáveis pela reconstrução da rede metabólica, comparando dois organismos e realizando buscas de informações externas complementares.

Figura 2 - Arquitetura do Sistema Web NETGen.



O Algoritmo 1 faz uma comparação entre os dois organismos (informações digitais biológicas): o de referência, reconstruído e modelado em formato SBML, e o alvo da reconstrução, com anotação do genoma em arquivo no formato GBK (MCENTYRE; OSTELL, 2002). A seguir pode ser visto seu pseudocódigo, que seleciona cada reação que é incluída na primeira formação do novo modelo em SBML (HUCKA et al., 2003).

Algorithm 1 Comparação entre dois Organismos (dados digitais)

DOCUMENTAÇÃO

ENTRADAS

Arquivo GBK : anotação do genoma do organismo alvo

Arquivo SBML: modelo do organismo de referência

SAÍDAS

Reações: Informações de reações armazenadas no Banco de Dados

função `reconstrucaoPrimeiraParte()`

- 1: NovaReconstrucao: Objeto Representa uma Execução de Reconstrução
 - 2: ler arquivoGBK
 - 3: ler arquivoSBML
 - 4: ler tabelaCrossRef
 - 5: **para** cada sequencia em arquivoGBK **faça**
 - 6: **se** existe sequencia em tabelaCrossRef **então**
 - 7: locusTagID \leftarrow pegarLocusTagID(sequencia, tabelaCrossRef)
 - 8: **se** existe locusTagID em arquivoSBML **então**
 - 9: adiciona infoReações em NovaReconstrucao
 - 10: armazena NovaReconstrucao em BD
-

Para a comparação, é necessário o acesso a uma tabela de equivalência de identificadores (IDs), que está disponível em diferentes formatos (TXT e CSV). A tabela pode ser acessada através do *site* do Pseudomonas Genome DB (PSEUDOMONAS... , 2019), e contém informações denominadas *cross-references* (de/para) de identificadores. Os IDs de genes, e conseqüentemente suas proteínas, registrados em diferentes bases de dados podem ser comparados. A Figura 3 mostra a equivalência entre as diferentes fontes de informação.

O Algoritmo 1 interpreta cada RefSeqGeneID (identificador oficial de proteínas do National Center for Biotechnology Information - NCBI (MCENTYRE; OSTELL, 2002)) disponível no arquivo GBK da anotação do organismo alvo e armazena sua equivalência em LocusTag ID da tabela. Esse último é o identificador padrão utilizado em arquivos do tipo SBML para modelos de *P. aeruginosa*, e por isso a conversão é necessária. Com LocusTagID podemos executar uma varredura no arquivo do modelo de referência (SBML) e verificar a existência do gene, com suas respectivas reações e metabólitos. Caso exista a referência, o algoritmo faz a importação para o novo modelo. Ao fim da execução desse primeiro algoritmo temos um novo modelo candidato com todas as possíveis reações

Figura 3 - Exemplo de Referência Cruzada de IDs de Genes.

Gene Feature Overview

Strain	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> PAO1 (Reference)
Locus Tag	PA0704
Name	
Replicon	chromosome
Genomic location	776787 - 778181 (- strand)
Transposon Mutants	2 transposon mutants in PAO1
Transposon Mutants in orthologs	3 transposon mutants in orthologs

Cross-References

RefSeq	NP_249395.1
GI	15595901
Affymetrix	PA0704_at
Entrez	880754
GenBank	AAG04093.1
INSDC	AAG04093.1
NCBI Locus Tag	PA0704
protein_id(GenBank)	gb AAG04093.1 AE004506_3 gnl PseudoCAP PA0704
TIGR	NTL03PA00705
UniParc	UPI00000C510F
UniProtKB Acc	Q9I5M2
UniProtKB ID	Q9I5M2_PSEAE
UniRef100	UniRef100_Q9I5M2
UniRef50	UniRef50_F9Y5M0
UniRef90	UniRef90_V8EFN8

encontradas no cruzamento entre os organismos (dados digitais) (PSEUDOMONAS..., 2019; MCENTYRE; OSTELL, 2002).

A Figura 4 demonstra um exemplo de referência cruzada de IDs.

Figura 4 - Exemplo de Referência cruzada (*cross-references*)

Strain	Pseudomonas aeruginosa PAO1 (Reference)
Locus Tag	PA0704
RefSeq	NP_249395.1

O Algoritmo 2 inclui as APIs de busca nos bancos de dados KEGG (KEGG..., 2019) e BRENDA (BRENDA..., 2019), para a tentativa de extrair as informações de reações que não foram encontradas no modelo de referência da etapa anterior. As duas bases de dados possuem APIs com implementação em Java, o que facilita as chamadas remotas para as buscas de informações por outros programas desenvolvidos, também, em Java (WEISS, 2011). As duas dão suporte para busca de informações através de diferentes campos, como por exemplo, sequências de aminoácidos e *Enzyme Commission* (EC) *numbers*, que são informações geralmente encontradas na anotação genômica em formato GBK. Ainda há uma segunda opção implementada do segundo algoritmo de busca por mineração de conteúdo de páginas WEB (BRENDA..., 2019; PSEUDOMONAS..., 2019; MCENTYRE; OSTELL, 2002). Para essa tarefa, foi utilizada a API Jsoup HTML Parser, uma interface desenvolvida em Java e que executa processos que facilitam a extração e navegação pelas marcações de um documento HTML (HEDLEY, 2019).

O Algoritmo 2 contém duas funções. A primeira função é a principal. Ela incrementa as reações no modelo não encontradas no primeiro algoritmo, mas que são encontradas pela busca externa em bases dados. A segunda função é auxiliar, e é responsável por armazenar no banco de dados (base de conhecimento) as reações encontradas.

Toda informação do modelo processada pelos algoritmos é armazenada na base de conhecimento (Etapa 3). Ela foi desenvolvida no projeto original do NETGen e sua principal função é armazenar as informações das versões geradas de modelos da *P. aeruginosa* CCBH4851.

Ao final da execução dos dois algoritmos, na Etapa 4, o sistema executa uma rotina auxiliar para efetuar a leitura dos dados armazenados na base de dados. A partir das informações lidas é criado o arquivo, no formato SBML, da versão do modelo correspondente (HUCKA et al., 2003; DEITEL; DEITEL, 2005). O fluxo de execução segue, e o arquivo SBML é utilizado como entrada em dois outros métodos do sistema.

O primeiro método, na Etapa 4, executa a análise de FBA (Flux Balance Analysis) (ORTH; THIELE; PALSSON, 2010) através do uso do pacote COBRApy (EBRAHIM et al., 2013). Esse método é implementado através da integração com a linguagem Python. Ainda não existe nenhuma API ou *framework* COBRA para a linguagem Java. Contudo, a integração do Python e o COBRApy para executar internamente a análise no sistema NETGen é possível de forma simples. Isso devido ao suporte da plataforma Java EE para interconexão com outras linguagens de programação. O código do método pode ser observado na Figura 5.

A Figura 6 mostra o código que é chamado pelo método de análise da Figura 5. O código, desenvolvido na linguagem Python, calcula a Biomassa do modelo da *P. aeruginosa* recém gerado.

O fluxo de execução da plataforma considera o *script* em Python. Ele executa os métodos do pacote COBRApy e retorna o fluxo de execução para o programa em Java.

Algorithm 2 Busca externa de Informações de Reações em Base de Dados

DOCUMENTAÇÃO

ENTRADAS

ListaDeGeneNaoEncontrado : Lista de Genes NÃO Encontrados

NovaReconstrucao: Objeto criado para representar uma execução

SAÍDAS

Reações: Informações Adicionais de Reações armazenadas no Banco de Dados

função reconstrucaoSegundaParte()

- 1: **para** cada geneNaoEncontrado em ListaDeGeneNaoEncontrado **faça**
- 2: **se** geneNaoEncontrado contem EcNumber **então**
- 3: função ArmazenarNoBD(geneNaoEncontrado.EcNumber)
- 4: **senão**
- 5: EcNumber \leftarrow buscarLocusTagID(geneNaoEncontrado.LocusTagID)
- 6: **se** EcNumber encontrado **então**
- 7: função ArmazenarNoBD(EcNumber)
- 8: **senão**
- 9: EcNumber \leftarrow buscarSeqAA(geneNaoEncontrado.SeqAA)
- 10: função ArmazenarNoBD(EcNumber)

função ArmazenarNoBD(EcNumber: Caracter)

- 1: resultadoKEGG \leftarrow buscarKEGG(geneNaoEncontrado.EcNumber)
 - 2: **se** resultadoKEGG != Nulo **então**
 - 3: infoReações \leftarrow extraiInfoReações(resultadoKEGG)
 - 4: adiciona infoReações em NovaReconstrucao
-

Figura 5 - Método FBA interno do NETGen.

```
private String executarAnaliseFBA(String _nomeArquivoSBML) {
    try {
        String log = "";

        String scriptFBA = "python testeCCBH4851.py " + _nomeArquivoSBML;

        File diretorio = new File(pathAreTrabalho);

        Runtime runtime = Runtime.getRuntime();

        Process processo;

        String[] nargs = { "/bin/bash", "-c", scriptFBA }; // Unix/Linux/MacOSX

        System.out.println("INICIO ANALISE FBA");

        processo = runtime.exec(nargs, null, diretorio);

        BufferedReader bReader = new BufferedReader(new InputStreamReader(processo.getInputStream()));

        String linha;
        while ((linha = bReader.readLine()) != null) {
            log += "\n" + linha;
            System.out.println(linha);
        }

        System.out.println("FIM SCRIPT");
        //FIM DO SCRIPT

        return log;
    } catch (Exception e) { e.printStackTrace(); return ""; }
}
```


Figura 6 - Cálculo de Biomassa realizado através de *script*.

```
testeCCBH4851.py x
1  #!/usr/bin/python
2
3  import cobra.test
4  import copy
5  import os
6  from os.path import join
7  from math import log
8  import copy
9  import pandas
10 import sys
11 pandas.options.display.max_rows = 100
12
13 data_dir = os.getcwd()
14
15 sbml_file = str(sys.argv[1])
16 nomeRede = str(sys.argv[2])
17
18 ccbh = cobra.io.read_sbml_model(sbml_file)
19
20 print ccbh.reactions.get_by_id("PA01_Biomass")
21
22 print ('----- CCBH4815 -----')
23
24 taxaC = ccbh.optimize().f
25 print ('ID: %s') % nomeRede
26 print ('biomass generated: %f mmol/g DCW/h') % (taxaC)
27 tx_em_horas = log(2.0)/taxaC
28 tx_em_minutos = tx_em_horas * 60
29 print ('biomass produced in hours: %f') % (tx_em_horas)
30 print ('biomass produced in minutes: %f') % (tx_em_minutos)
31 print ('-----Reconstruction numbers-----')
32 print ('reactions: %i') % (len(ccbh.reactions))
33 print ('metabolites: %i') % len(ccbh.metabolites)
34 print ('genes: %i') % len(ccbh.genes)
```

O retorno da execução é capturado em uma cadeia de caracteres. É necessário percorrer a cadeia para obter a resposta através da estrutura do *log* (histórico). Por último, o *log* é retornado para o método principal da reconstrução.

No método principal, na Etapa 5, o resultado é inserido no *e-mail* que é enviado para o usuário com as informações da reconstrução.

1.3 CurSystem – Sistema WEB de Curadoria de Redes Metabólicas

No segundo sistema WEB, o CurSystem, o objetivo é corrigir erros e adicionar informações que não foram possíveis de serem extraídas pelo sistema NETGen de forma automática.

Cada reconstrução pode possuir um escopo de estudo, e é sempre visando alcançar esse escopo que a curadoria deve se guiar. Nesse trabalho em particular, o escopo é a criação de uma rede metabólica que gere precursores de biomassa. Segundo o protocolo T&P (protocolo de reconstrução da rede metabólica descrito por Thiele e Palsson), ela pode ser considerada uma reconstrução inicial (THIELE; PALSSON, 2010; OBERHARDT et al., 2008; BARTELL et al., 2017; VITAL-LOPEZ; REIFMAN; WALLQVIST, 2015).

O CurSystem foi a segunda ferramenta computacional desenvolvida para apoiar a metodologia adaptada do protocolo T&P (THIELE; PALSSON, 2010). Sua necessidade surgiu da execução da etapa dois do método, que originalmente seria a curadoria manual realizada por especialistas.

Durante o desenvolvimento desse trabalho, no planejamento do método, foi previsto que reunir especialistas para a curadoria seria um grande desafio baseado em dois fatores principais. Primeiro porque, em geral, os pesquisadores possuem pouca disponibilidade em suas agendas. Segundo, porque quanto maior o número de especialistas participando do desafio, maior a probabilidade de haver distância geográfica entre eles, devido aos seus locais de trabalho além dos compromissos. Atualmente, o grupo de pesquisadores e apoiadores que atuam no projeto conjunto relacionado a *Pseudomonas aeruginosa* pertencem a diferentes instituições do estado do Rio de Janeiro. Por isso, discutiu-se como interligar e centralizar as informações produzidas relacionadas às questões da rede metabólica. Diante das dificuldades encontradas, a solução foi desenvolver um sistema totalmente independente do local físico e do sincronismo de agenda.

A descentralização e assincronia são possíveis de serem obtidas com um sistema computacional desenvolvido para ser utilizado na Internet. Assim, surgiu este sistema WEB.

O CurSystem também foi desenvolvido com as tecnologias disponíveis no Java com extensão do padrão EE. Sua arquitetura não tem o mesmo grau de complexidade

que o sistema NETGen, onde a implementação exige muitas APIs integradas. A sua complexidade está em suas regras de negócio, que vinculam os desafios e suas soluções às reações do modelo metabólico armazenado na base de conhecimento. A ideia é encontrar uma solução que represente uma nova fórmula química ou uma confirmação da existente, e essa possa substituir a reação armazenada anteriormente, caso a solução escolhida gere um modelo mais preciso.

O objetivo do CurSystem é promover o refinamento da rede metabólica através da interação, remota e assistida, entre especialistas. Trata-se de um Sistema de Desafios (Challenges) que traz consigo uma junção de técnicas computacionais. O CurSystem foi desenvolvido para intermediar o trabalho feito pelos especialistas, de maneira que eles possam propor e efetuar possíveis ajustes na rede metabólica da *Pseudomonas aeruginosa* CCBH4851 de forma automatizada. Essa etapa é muito importante, pois pode validar os dados extraídos de forma automática pelo NETGen, na fase anterior, e corrigir eventuais inconsistências *gaps* da rede (THIELE; PALSSON, 2010; OBERHARDT et al., 2008). A Figura 7 mostra o fluxo de informações entre os pesquisadores no sistema de curadoria.

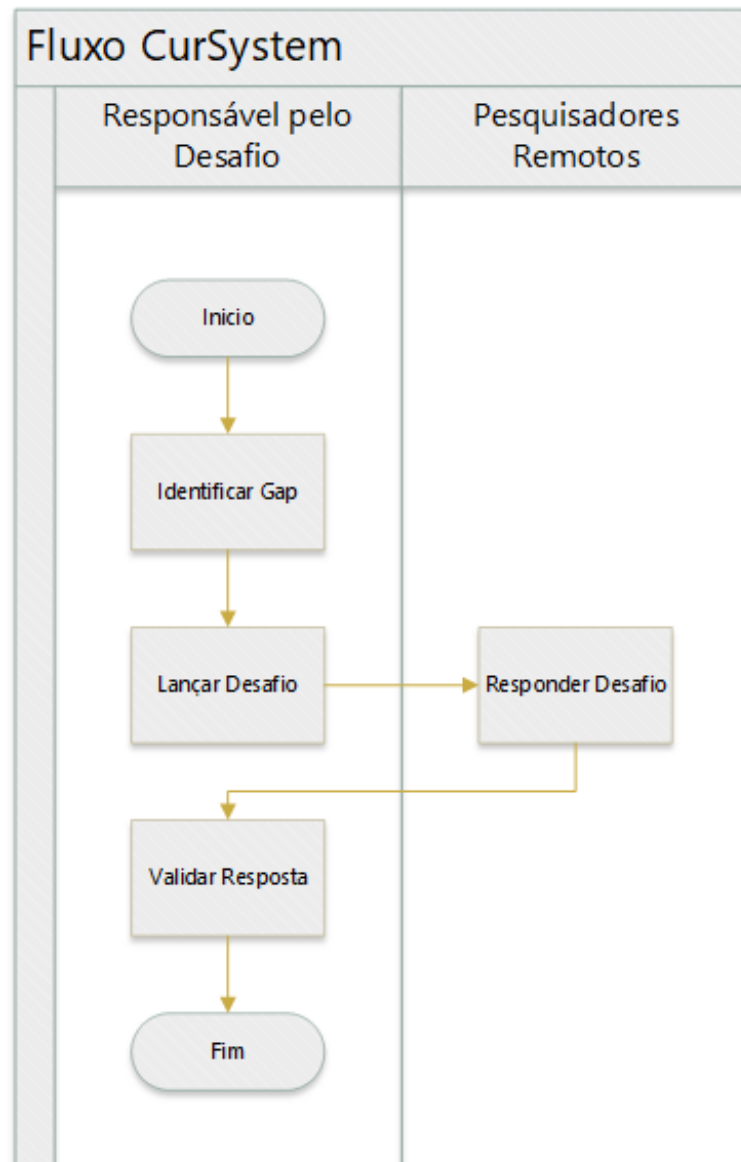
A proposta do CurSystem é ser um sistema WEB que propõe desafios para os grupos de especialistas que participarão da curadoria. Esses desafios são compostos por questões relacionadas às características que são discutidas na reconstrução da rede metabólica. Cada *gap* analisado pode ter uma ou mais soluções (respostas) propostas. Para cada resposta, pode ter ou não uma lista de discussão entre os pesquisadores. O pesquisador responsável pelo desafio, aquele que o lançou, define a melhor solução entre todas as respostas disponíveis. A solução definida é aplicada no modelo. Dessa forma, podemos obter um modelo mais apurado e gerar uma nova versão da rede metabólica a cada evolução (THIELE; PALSSON, 2010).

A importância do CurSystem está na forma como ocorre cada evolução do modelo. Ele permite que todas as contribuições dos especialistas sejam realizadas de forma assíncrona e distribuída. Este fato permite uma redução no tempo entre os refinamentos do modelo.

Toda operação da curadoria é executada *online*, através da Internet. Assim, é possível desde a discussão até as alterações do modelo, ou qualquer que seja a movimentação no sistema, que os grupos de pesquisadores sejam notificados via *e-mail*, e realizem o acompanhamento total da curadoria.

A utilização do CurSystem pode ser generalizado para a curadoria em qualquer tema. Para isso é necessário somente separar os grupos de especialistas de acordo com a curadoria, sendo os desafios gerados enviados para os especialistas envolvido naquele contexto.

Figura 7 - Fluxo de trabalho de curadoria assistida da rede metabólica.



2 PLATAFORMA PARA ANÁLISE DE BACTÉRIAS MULTIRRESISTENTES COM FOCO EM USABILIDADE

Neste capítulo estão detalhadas as funcionalidades implementadas na plataforma para análise de bactérias multirresistentes, cujo objetivo é prover boas técnicas visuais combinadas a boas práticas de usabilidade (GARRIDO; ROSSI; DISTANTE, 2011; MORVILLE; ROSENFELD, 2006; GARRETT, 2010). É importante mencionar que ambos os sistemas WEB, NETGen e CurSystem, foram desenvolvidos na linguagem Java (ASCENCIO; CAMPOS, 2008) com o *framework* Java Server Face (JSF). Tanto a linguagem quanto a especificação são atuais e permitem fácil manutenção, além da adição de novos *frameworks* que possibilitam o acesso e execução de tarefas de forma amigável e eficiente. Cada uma das novas funcionalidades, relacionadas a usabilidade e segurança, estão detalhadas nas seções a seguir.

2.1 Usabilidade em interfaces WEB

A interface é uma camada de software visível ao usuário que determina como operar e controlar um sistema. Se uma interface for bem projetada, ela é agradável, compreensível e controlável, fazendo com que os usuários sintam-se satisfeitos e seguros para realizar qualquer ação.

Uma avaliação preliminar identificou que a interface da versão anterior da plataforma possuía pouca explicação e estava defasada em relação aos diversos dispositivos atuais como *notebooks*, *tablets* e celulares.

O novo projeto de interface considera os principais pontos que devem existir em qualquer interface de modo a torná-la amigável e eficiente. Ela se baseia nas reais necessidades do usuário e tem como premissa uma interface minimalista, agregando funcionalidades apenas no menu superior. Através da interface é criada uma identidade. Ambas as aplicações CurSystem e NETGen possuem visual e navegação semelhantes. Nelas é priorizado o reconhecimento ao invés de recordação, adicionando maior quantidade de texto e figuras mais intuitivas explicando a função da tela ou botão apresentados. São estabelecidos novos padrões de espaçamentos e *grids* (grades), que são elementos fundamentais para organizar a informação e permitir que a atenção seja focada em porções específicas, facilitando a concentração do usuário. Nas respostas as interações realizadas pelos usuários, se ocorrer uma busca que não possua resultados o sistema informa ao usuário que a busca não possui dados relacionados, ou se um determinado campo for preenchido incorretamente o próprio campo é destacado em vermelho, com uma mensagem explicando a validação. São utilizados fontes, tamanhos e cores diferentes nos textos,

melhorando a dinâmica de leitura da página. Os elementos com cores e contraste melhoraram a funcionalidade, como verde para prosseguir com uma ação e vermelho para cancelar (HELLER; SILVA, 2012; MORVILLE; ROSENFELD, 2006; GARRETT, 2010).

Nas seções a seguir são detalhadas as ações para melhorar a usabilidade da interface da plataforma. Especificamente, na próxima seção é detalhada a adição da responsividade com *grids* (grades) para melhor exibição das aplicações tanto em *desktops* quanto em dispositivos móveis como *tablets* e celulares.

2.2 *Design* de interface em Sistema de Grade Responsivo

É importante que aplicações WEB sejam adaptadas para dispositivos móveis. É fundamental que a plataforma possa estar disponível para os usuários independente do local onde eles estejam. Dessa forma, os usuários podem ter uma navegabilidade mais rápida e eficiente.

Segundo pesquisa do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br) (PESQUISA... , 2019) 71 milhões de brasileiros acessavam a Internet somente pelo celular em 2019. Esse grupo representa 56% do total de usuários de Internet no Brasil (pessoas que acessaram a WEB pelo menos uma vez nos últimos três meses). Outros 40% se conectam tanto pelo celular quanto pelo computador, cerca de 3% acessam somente através de computadores. Esses dados demonstram que é necessário considerar a praticidade de se ter acesso a Internet através de celulares, que são dispositivos que a grande maioria da população possui e tem acesso rápido.

O tráfego mundial da Internet móvel se aproxima de 60% (CISCO... , 2015). Assim, é preciso considerar e implementar o *design* responsivo e otimização para a web móvel. O *design* não trata apenas da aparência. Ele deve atender as necessidades e criar a melhor experiência possível para os usuários. Devem ser consideradas as inconsistências dos navegadores, resoluções de tela, preferências do usuário, fontes instaladas, largura de banda, entre outros fatores que influenciam na forma como a informação é apresentada.

Flexibilidade e adaptação são fundamentais num projeto de interface responsivo. O *design* responsivo é baseado em três conceitos principais: *layout* fluido, flexibilidade de imagens e recursos e *media queries*.

O *layout* fluido usa medidas flexíveis. Esta técnica é baseada em valores percentuais ao invés de valores absolutos, como pixels, centímetros ou outras unidades de medida. As porcentagens são usadas para especificar medidas de tamanho com relação ao tamanho dos elementos originais.

Uma parte complexa do *design* responsivo é lidar com imagens. Normalmente, elas são criadas com um número fixo de pixels e se tornam um empecilho na obtenção da fluidez. Colocar porcentagens faz a imagem aumentar ou diminuir de acordo como

tamanho da tela ou do elemento original. Outra forma de tratar imagens flexíveis é criar tamanhos diferentes de imagens para contextos diferentes. Em conjunto com a técnica *media queries* podem ser criadas regras que definem o tamanho mais adequado da imagem exibida no contexto que a acessa.

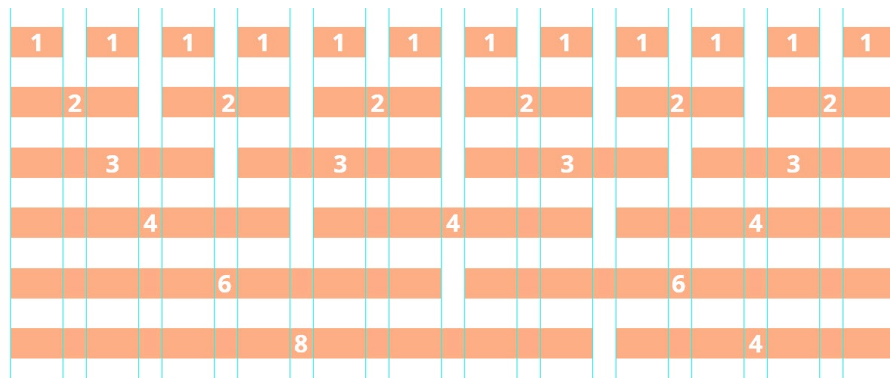
A técnica *media queries* permite que elementos, além de flexíveis, possam obter comportamentos diferentes, onde suas posições podem ser alteradas, ocultadas ou redimensionadas de acordo com a necessidade e tamanho de tela. Esta técnica está disponível no Cascading Style Sheets (CSS), que pode ser considerado um mecanismo para adicionar estilo a um documento WEB. O CSS permite um *design* condicional, onde os elementos podem se comportar de diferentes formas à medida que o navegador mude.

Assim, podemos dizer que uma aplicação WEB é responsiva, se ela é projetada para se adaptar a qualquer tipo de resolução, sem distorções. O *design* responsivo identifica a largura de cada dispositivo, o espaço disponível e ajusta as dimensões das imagens, das fontes e dos demais elementos para que não fiquem desproporcionais. Esse recurso é especialmente útil quando é realizado o acesso a um *site* projetado a princípio para *desktops* que depois é acessado por outros dispositivos com diferentes tamanhos.

O *design* da plataforma de análise de bactérias multirresistentes possui características responsivas. Na plataforma empregamos o *framework* BootsFaces (BOOTSFA-CES..., 2020). Ele contém um sistema de grade (*Grid System*) responsivo, permitindo que os elementos da grade se adaptem ao tamanho da tela. As aplicações NETGen e CurSystem foram desenvolvidas na linguagem Java usando Java Server Faces, que possui compatibilidade para adicionar o *framework* BootsFaces.

Em geral, os principais *frameworks* CSS possuem um *Grid System*. Assim como outros *frameworks*, a grade do Bootfaces é composta por doze colunas (padrão). Podem ser criadas variações menores ou maiores a partir delas como pode ser visto na Figura 8. É possível criar um *layout* de página através de uma série de classes, linhas (rows) e colunas (cols) que abrigam um determinado conteúdo (FIRDAUS, 2014).

Figura 8 - Grade de doze colunas.



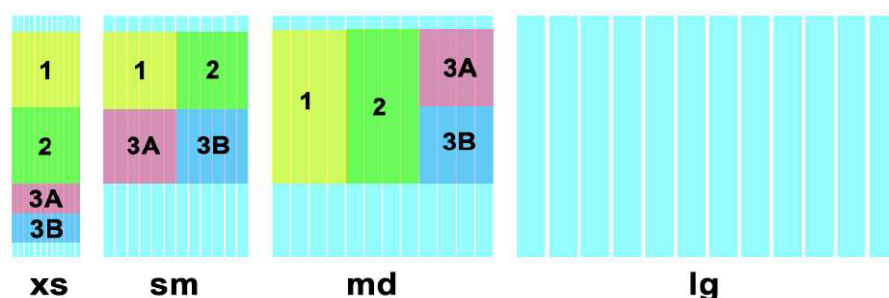
O Bootfaces proporciona a utilização de tipos e tamanhos de campos maiores, além de botões que facilitam a leitura e o acesso em tela de *desktops*. Ele possibilita também a utilização em dispositivos móveis melhorando a experiência do usuário. Na plataforma, os elementos de formulário, rótulos, textos e botões foram adicionados um sobre o outro, numa coluna vertical. Procuramos não adicionar muitos elementos em uma mesma linha. A ideia é obter a mesma tela apresentada em um dispositivo móvel sem prejudicar a visualização. Para o usuário é importante encontrar o mesmo conteúdo e funcionalidades facilmente, adaptados a tela do dispositivo. No caso em que os elementos estão dispostos lado a lado em uma mesma linha, no redimensionamento de tela é realizada a denominada Coreografia do Conteúdo (BRADLEY, 2013), que reorganiza os elementos na tela e está descrita a seguir.

Coreografia do Conteúdo

Uma das questões principais do *design* responsivo é manter a hierarquia dos elementos na tela de forma fluida quando são redimensionadas. Trent Walton denominou esse procedimento de coreografia do conteúdo (BRADLEY, 2013), que mostra como a hierarquia visual é perdida quando as colunas são visualizadas de forma empilhada numa redução de dimensionamento. Quando o *layout* de um *widescreen* é transferido para um *tablet*, *smartphone* ou *desktop*, ocorre o redimensionamento do número de colunas. Em geral, ele é reduzido em três ou quatro colunas. A solução típica e mais simples é mostrar as colunas uma por uma e empilhadas. Essa solução pode não atender aos usuários, dificultando o entendimento.

Observe nas Figuras 9 e 10 que a disposição das linhas e colunas é ajustada de acordo com o tamanho da tela do dispositivo.

Figura 9 - Coreografia do Conteúdo.



Existem *frameworks* que facilitam o trabalho dos *designers* de interfaces, porque enquanto desenvolvem seus *layouts*, eles não precisam se preocupar com os cálculos dos seus elementos. O Bootfaces é baseado em Bootstrap (ALBINO et al., 2015). Particularmente, a versão 3 do Bootfaces possui um sistema de grade muito sólido, que é capaz

Figura 10 - Sistema de grades de diferentes dispositivos.



de permitir o desenvolvimento de um conjunto de páginas que se ajustam ao dispositivo, garantindo uma melhor experiência durante a navegação (ALBINO et al., 2015). O Bootstrap aumentou a produtividade de desenvolvimento no sentido de tornar mais simples a conversão das páginas do NETGen e do CurSystem para o modelo responsivo.

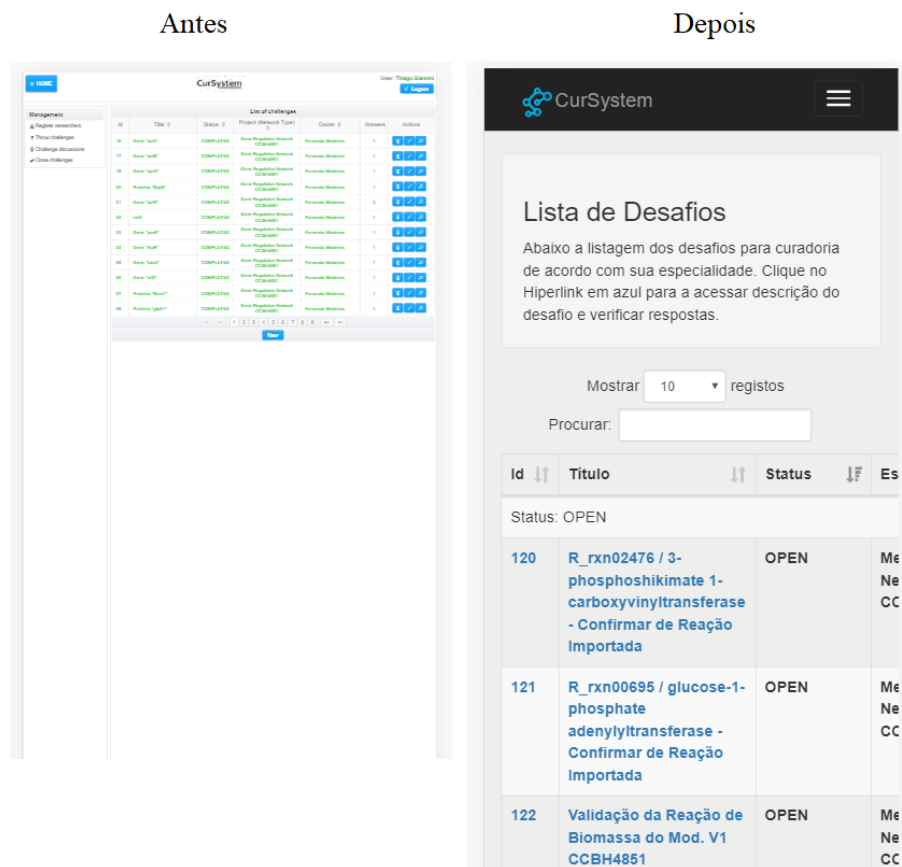
A Figura 11 mostra a tela inicial de acesso da aplicação CurSystem, da primeira versão e da versão atual. A nova versão é resultado da conversão da aplicação para o modelo responsivo. As imagens exibem a renderização num dispositivo móvel modelo iPhone X.

A figura mostra claramente que na tela de acesso ao CurSystem, da versão anterior, os elementos são reduzidos proporcionalmente à tela original. Dificultando muito a leitura e a interação.

Figura 11 - Tela inicial.



Figura 12 - Tela de desafios.



Considerando a Figura 12, ela compara outra tela importante, que é a de exibição dos desafios. É possível verificar na versão anterior que os elementos, também, possuem os tamanhos reduzidos de acordo com a proporção, tornando quase impossível a leitura e a interação. A figura também mostra que o espaço vertical, da versão não responsiva, está mal aproveitado.

A responsividade permite ao usuário a interação com um conteúdo mais leve de acordo com o dispositivo, com menor consumo de dados e carregamento mais rápido. Dessa forma, proporcionando um processamento mais ágil, o usuário tem uma experiência de uso melhor e pode focar no conteúdo, valorizando a interação e aumentando a probabilidade de utilizar a plataforma.

2.3 Plataforma bilíngue

O CurSystem tem como objetivo principal a cooperação entre pesquisadores especialistas, incluindo a participação de pesquisadores externos à Fiocruz. O sistema deve abranger a colaboração de pesquisadores que pertencem a instituições internacionais. Para

permitir uma melhor interação entre os especialistas, a plataforma está preparada para além da língua portuguesa poder ser acessada na língua inglesa.

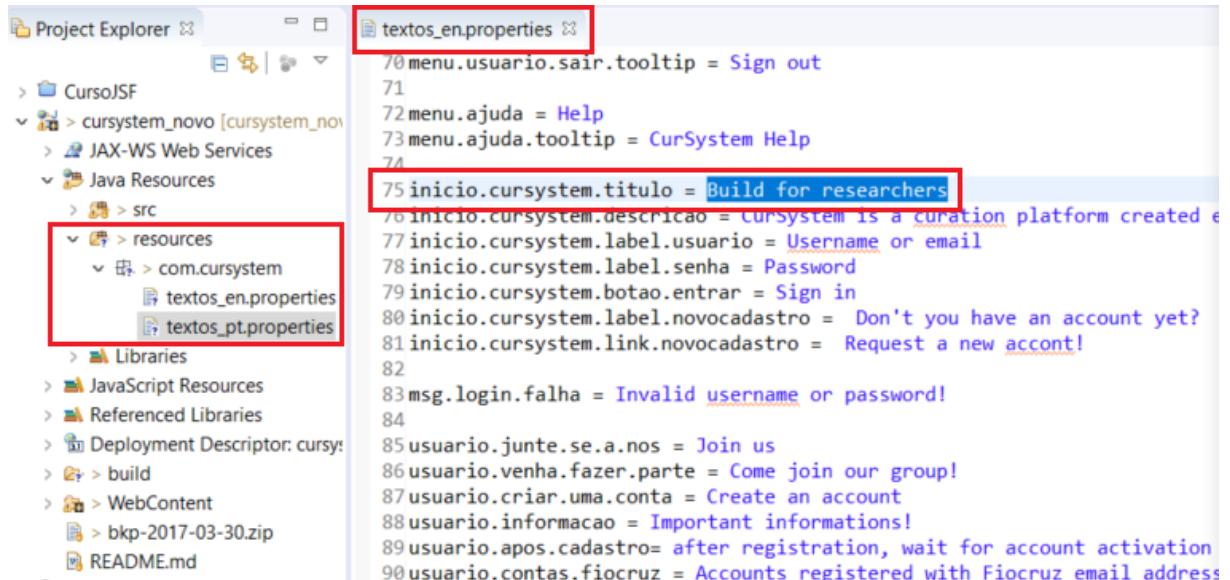
A versão anterior da plataforma de análise de bactérias multirresistentes não contemplava o suporte para acesso a pesquisadores que não compreendessem a língua portuguesa. Habilitar o recurso de acesso bilíngue tem o potencial de ampliar enormemente o número de usuários utilizando a plataforma e compartilhando conhecimento.

A língua inglesa foi escolhida por ser muito difundida na área de tecnologia. Quando uma plataforma WEB é multilíngue os usuários podem sentir o aumento da confiança e da credibilidade.

As Figuras 13 e 14 mostram trechos do código fonte para exemplificar a implementação da plataforma em língua inglesa (`textos_en.properties`) e língua portuguesa (`textos_pt.properties`). Esses arquivos armazenam elementos do tipo chave-valor, que são carregados em instâncias de mapas em tempo de execução.

Na Figura 13 é possível observar que o valor armazenado pelo identificador “início.cursystem.titulo” está em inglês “Build for researchers”. Na Figura 14, ao identificador, está atribuído o texto em português “Criado para pesquisadores”.

Figura 13 - Código fonte para língua inglesa.



Esses textos são exibidos na tela inicial do sistema, como pode ser visto na Figura 15 para a língua inglesa, e na Figura 16 para a língua portuguesa.

É importante mencionar que a mudança entre as línguas pode ser realizada a qualquer momento e em qualquer tela da aplicação, através do menu. Essa troca não interfere na sessão do usuário logado.

A tela inicial do sistema possui informações simples e objetivas. Ela contém o nome do grupo de pesquisa da Fiocruz envolvido no projeto da plataforma, com o seu logo, facilitando a identificação. Além dos campos com informações de nome do usuário e senha para acesso à plataforma.

Ferramenta de Tradução

Apesar do sistema ser apresentado em português e inglês, é esperado que todos os usuários da aplicação, ao utilizarem a plataforma, forneçam as informações nos formulários na língua inglesa. Para auxiliar nessa tarefa, a plataforma permite o acesso a uma ferramenta auxiliar de tradução nos campos de texto. A Figura 17 mostra que o conteúdo da caixa de texto é encaminhado para o (*widget*) Google Tradutor. No Google Tradutor (Figura 18) o usuário pode coletar o texto traduzido e inserir na aplicação.

Embora o Google Tradutor nem sempre seja preciso é mais um conforto e conveniência para os usuários.

Figura 14 - Código fonte para língua portuguesa.

```

70 menu.usuario.sair.tooltip = Sair da conta
71
72 menu.ajuda = Ajuda
73 menu.ajuda.tooltip = Ajuda do sistema CurSystem
74
75 inicio.cursystem.titulo = Criado para pesquisadores
76 inicio.cursystem.descricao = O CurSystem é uma plataforma de curadoria criada p
77 inicio.cursystem.label.usuario = Usuário ou E-mail
78 inicio.cursystem.label.senha = Senha
79 inicio.cursystem.botao.entrar = Entrar
80 inicio.cursystem.label.novocadastro = Ainda não é cadastrado?
81 inicio.cursystem.link.novocadastro = Requisitar novo cadastro
82
83 msg.login.falha = Usuário ou senha inválido!
84
85 usuario.junte.se.a.nos = Junte-se a nós
86 usuario.venha.fazer.parte = Venha fazer parte do nosso grupo!
87 usuario.criar.uma.conta = Criar uma conta
88 usuario.informacao = Informações importantes!
89 usuario.apos.cadastro = após o cadastro, aguardar e-mail de ativação da conta.
90 usuario.contas.fiocruz = contas cadastradas com endereço de e-mail da Fiocruz s

```

Figura 15 - Tela inicial em inglês.

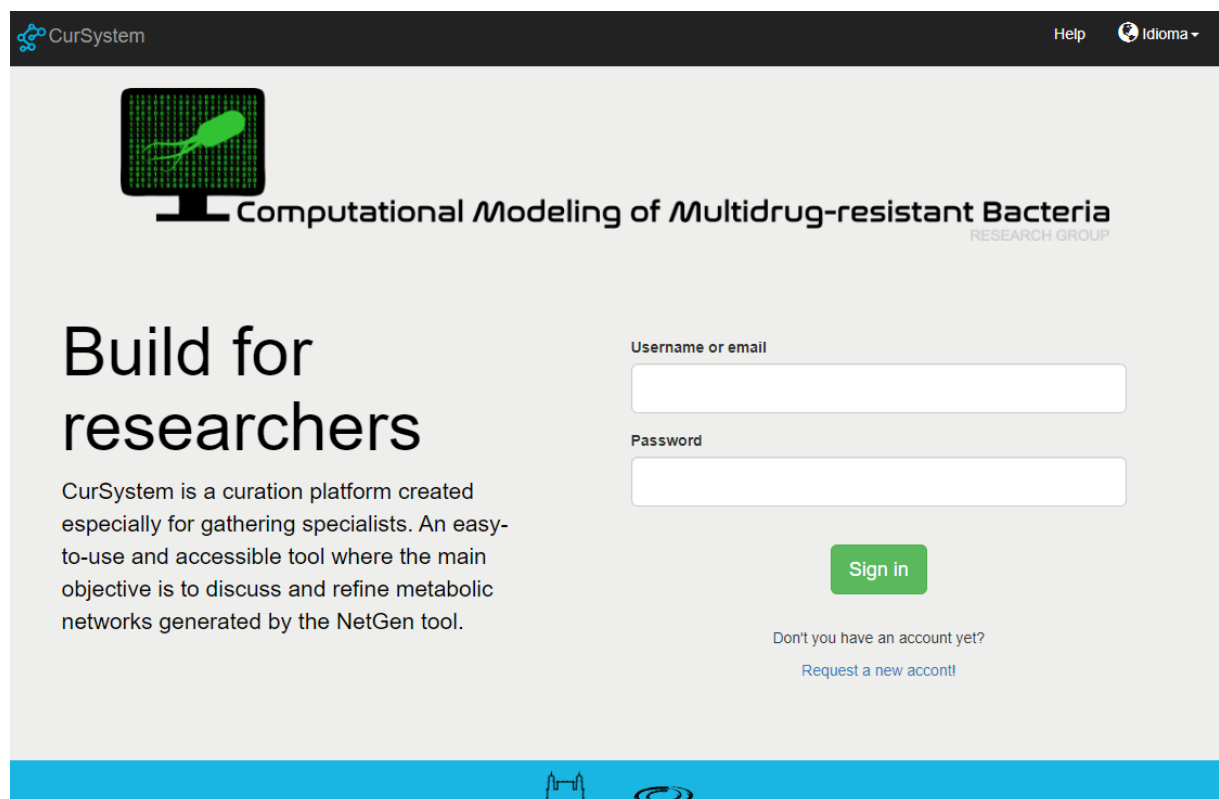
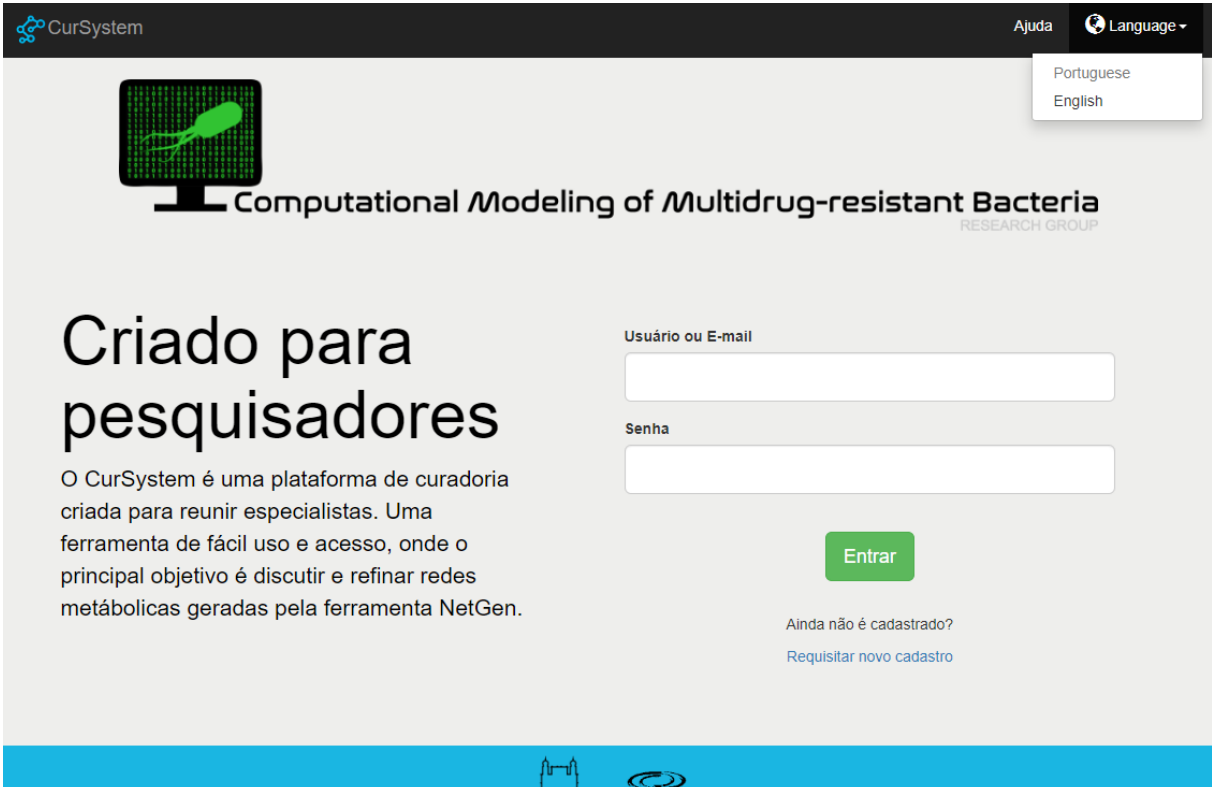


Figura 16 - Tela inicial em português.



CurSystem

Ajuda Language

Portuguese
English

 **Computational Modeling of Multidrug-resistant Bacteria**
RESEARCH GROUP

Criado para pesquisadores

O CurSystem é uma plataforma de curadoria criada para reunir especialistas. Uma ferramenta de fácil uso e acesso, onde o principal objetivo é discutir e refinar redes metabólicas geradas pela ferramenta NetGen.

Usuário ou E-mail

Senha

Entrar

[Ainda não é cadastrado?](#)
[Requisitar novo cadastro](#)

Figura 17 - Ferramenta de Tradução.

New Challenge

Use the form below to launch a new curation challenge!

Title *

Project *

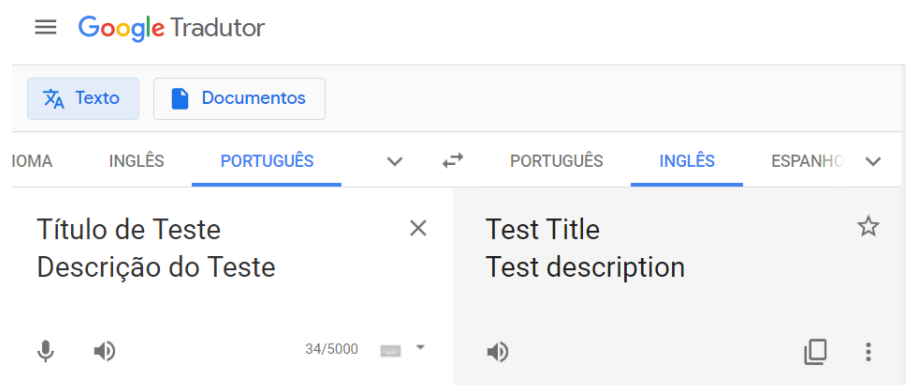
Owner *

Description

Important informations!

- ✓ Challenge Title and Description must be in English
- ✓ If necessary use the [English translation tool by clicking on this hyperlink.](#)

Figura 18 - Google Tradutor.



2.4 Segurança e Controle de acesso

Esta seção descreve os procedimentos realizados para garantir maior segurança para os usuários da plataforma. É esperado que o NetGen e o CurSystem sejam acessados tanto pela comunidade nacional quanto pela comunidade internacional. Assim, procedimentos de permissão de acesso e de segurança são pertinentes e bem vindos para garantir o sigilo e integridade dos dados.

Transport Layer Security

O *Transport Layer Security* (TLS) é a camada de segurança sucessora do *Secure Sockets Layer* (SSL) (FEGHHI; WILLIAMS, 1998). O TLS substituiu o SSL devido uma falha de segurança, como abordado em (BARNES et al., 2015). O TLS é um protocolo de segurança desenvolvido para garantir integridade e confidencialidade na comunicação realizada sobre redes de computadores. Ele é utilizado para proteger a comunicação em protocolo do tipo http. Seu funcionamento baseia-se em sessões estabelecidas entre um cliente e um servidor. Assim como o antecessor SSL, o TLS é basicamente constituído por dois sub-protocolos: *TLS handshake protocol* e *TLS record protocol*.

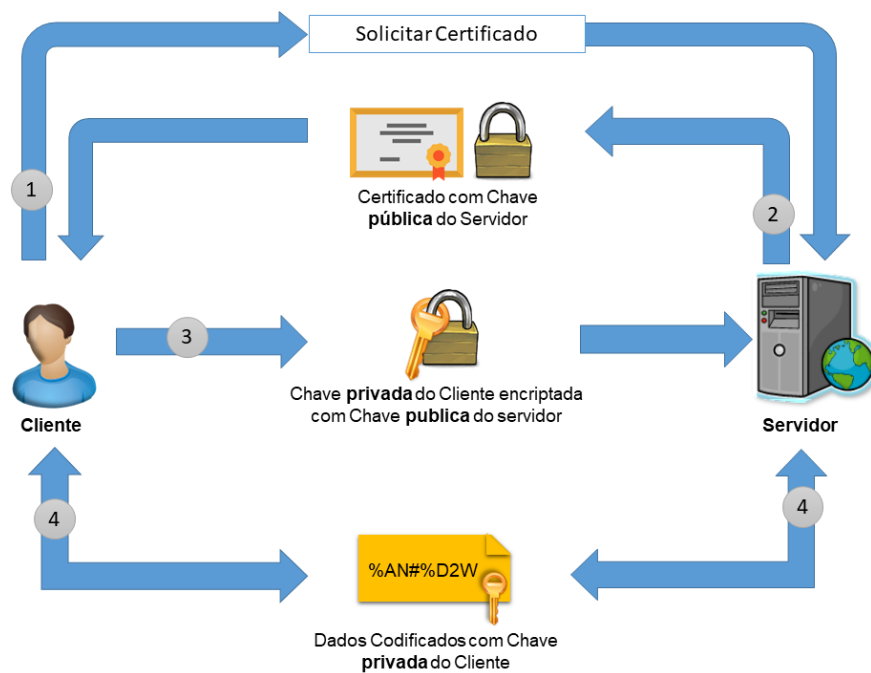
O *TLS handshake protocol* é utilizado para definir os mecanismos de autenticação e não-repúdio do servidor perante o cliente e vice-versa, e identificar as chaves de criptografia utilizadas na próxima etapa, o *record protocol*.

O *TLS record protocol* é utilizado durante as sessões de transferência de dados entre o cliente e o servidor. É nesta etapa que são fornecidos os mecanismos para confidencialidade e verificação da integridade.

Atualmente, o protocolo TLS admite diferentes algoritmos de criptografia tanto simétricos como assimétricos. Como exemplo, podemos citar os seguintes algoritmos simétricos DES, 3DES, AES, RC2, RC4 entre outros (FEGHHI; WILLIAMS, 1998), e considerando os algoritmos de criptografia assimétricos podemos citar o RSA, assinaturas digitais RSA e DSA e algoritmos de resumo *hash* (SHA1 e MD5).

O fluxo de interação do protocolo TLS entre o computador do cliente e servidor está demonstrado na Figura 19. O computador do cliente entra em contato com um servidor, que retorna um certificado com a chave pública (vias 1 e 2). O computador do cliente usa a chave pública do certificado para criptografar uma sessão de dados enviando uma chave privada (via 3). O servidor confirma que a chave é confiável e estabelece a sessão segura com o computador do cliente (via 4).

Figura 19 - Fluxo de interação entre cliente e servidor no protocolo do TLS.

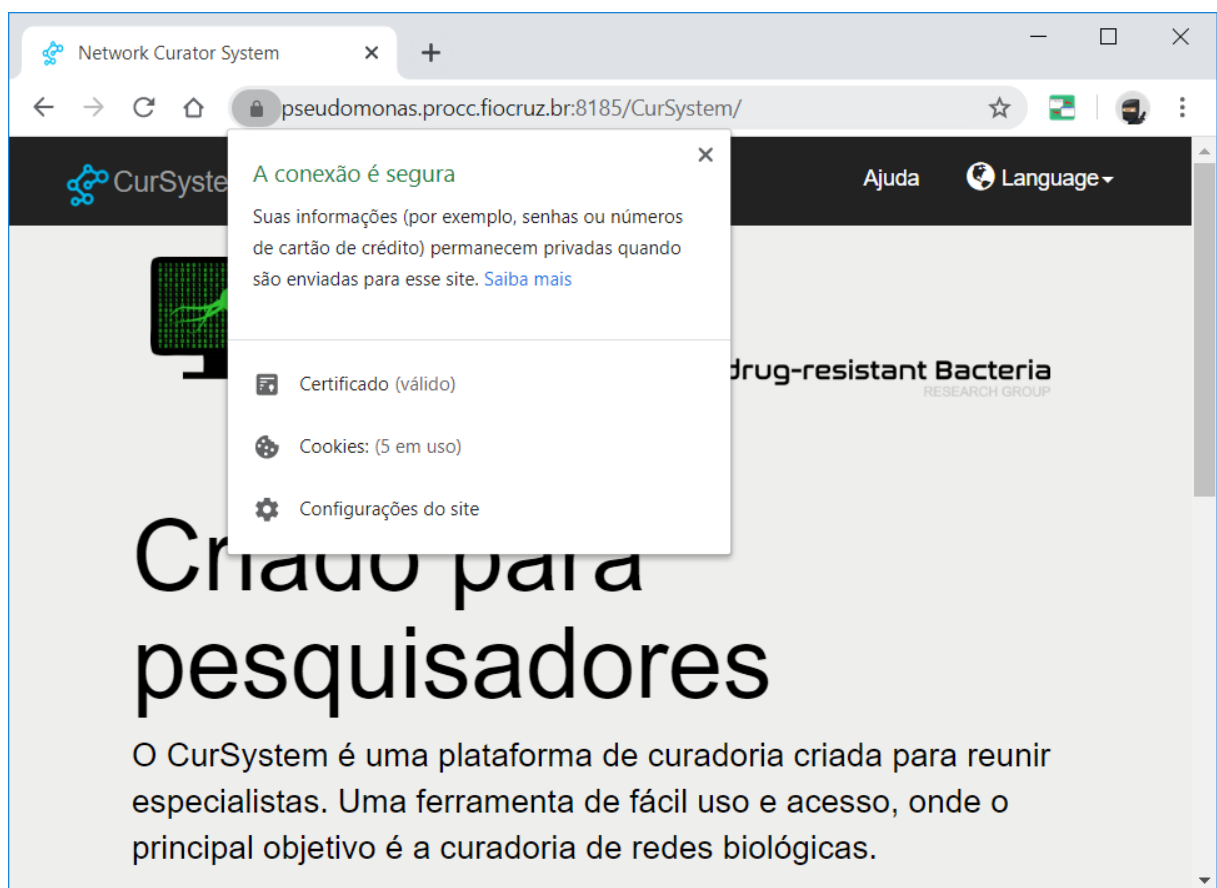


Para garantir a segurança dos usuários e dos dados das pesquisas das redes metabólicas, o protocolo TLS foi implantado na plataforma de análise de bactérias multirresistentes, nos sistemas NETGen e CurSystem.

O TLS é ativado automaticamente, sendo transparente para o usuário. Ele pode ser facilmente identificado, porque usa uma URL do tipo *https://*.

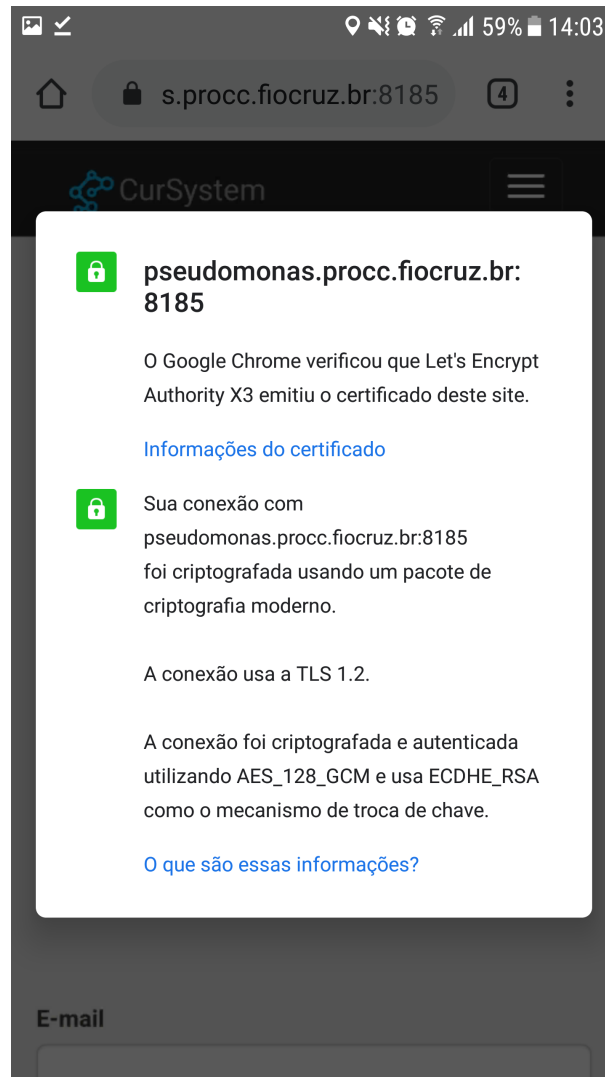
A Figura 20 mostra a página inicial do CurSystem com o protocolo TLS, no navegador Google Chrome. É possível verificar o destaque na barra de endereço da parte superior, informando que a conexão é segura.

Figura 20 - Sistema CurSystem com o protocolo TLS, acesso através do Google Chrome e num *desktop*.



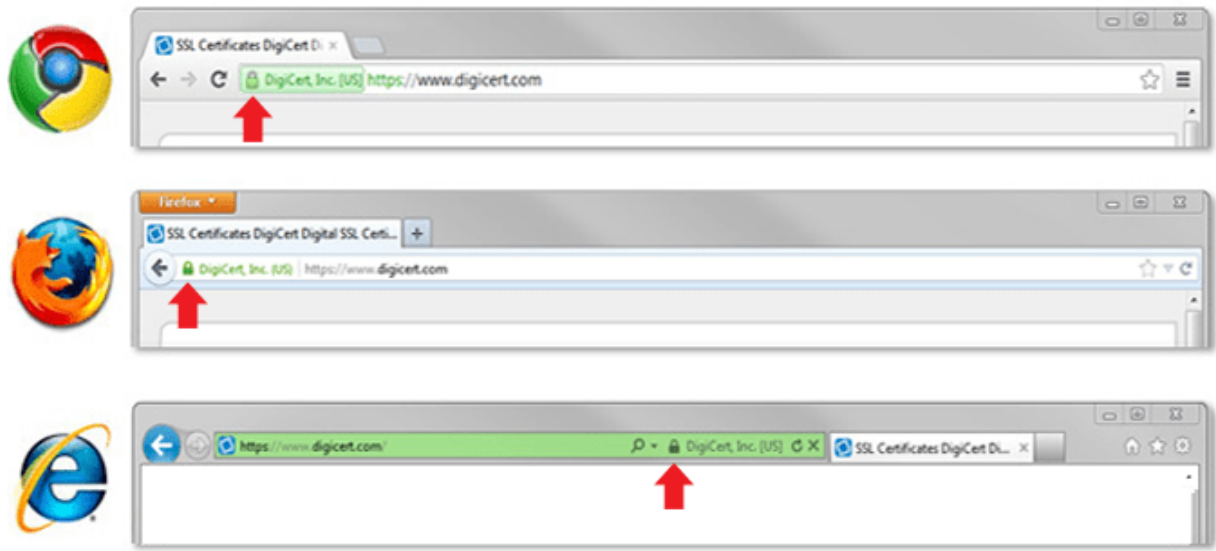
A Figura 21 mostra que, independente do dispositivo, é possível verificar que a plataforma é segura. A figura mostra a versão do TLS 1.2 do mesmo certificado emitido para o sistema CurSystem.

Figura 21 - Sistema CurSystem com o protocolo TLS, acesso através do Google Chrome e num dispositivo móvel.



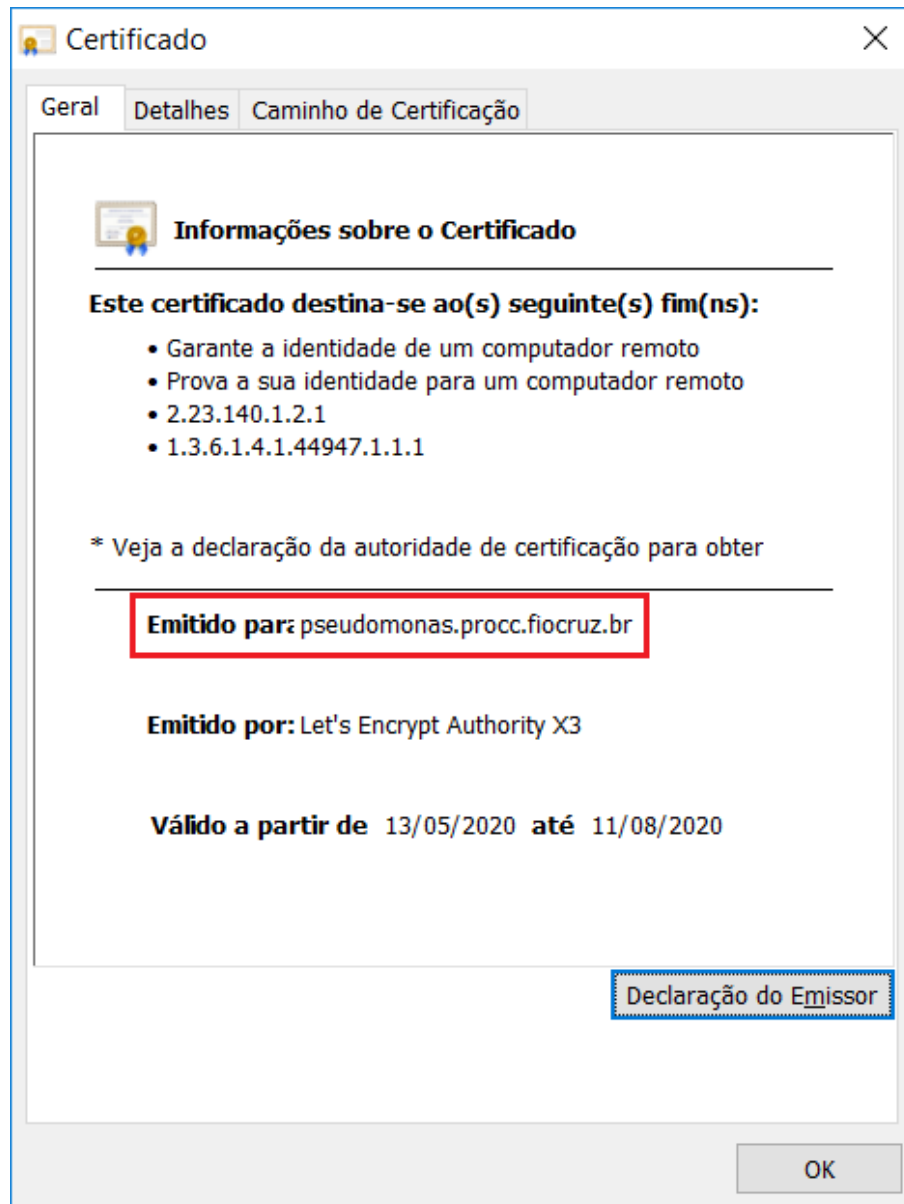
Na Figura 22 é mostrado como o ícone do cadeado aparece em diversos navegadores, como Google Chrome, Mozilla Firefox ou Internet Explorer. Para obter mais detalhes sobre o certificado específico de um *site* basta um clique no ícone do cadeado e as informações são mostradas.

Figura 22 - Identificação do protocolo TLS em diferentes navegadores Google Chrome, Mozilla Firefox e Internet Explorer.



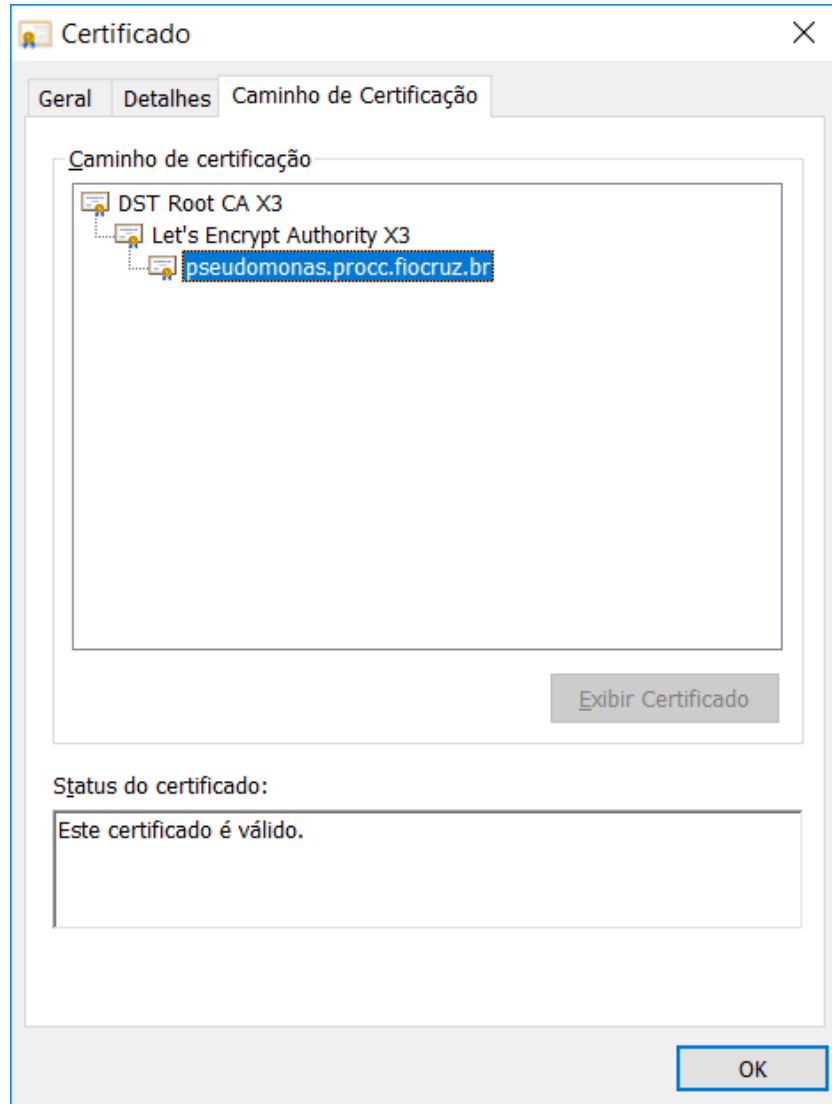
As Figuras 23 e 24 mostram as informações básicas do certificado. A Figura 23 informa que o certificado foi emitido para o domínio *pseudomonas.procc.fiocruz.br*. É neste o domínio que reside a plataforma de análise de bactérias multirresistentes, os sistemas NETGen e CurSystem.

Figura 23 - Emissão do certificado para o domínio
pseudomonas.procc.fiocruz.br



A Figura 24 mostra a hierarquia das entidades certificadoras. A ilustração foi retirada do navegador Google Chrome, mas as janelas são iguais para os demais navegadores.

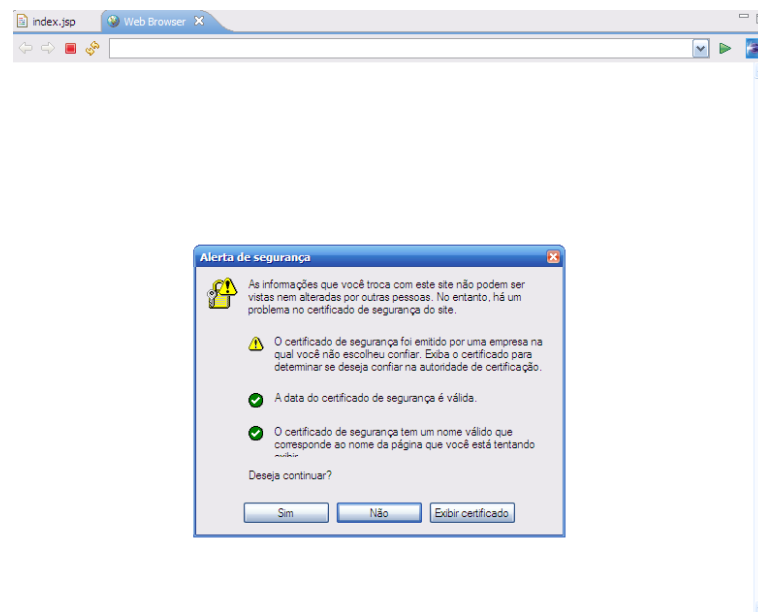
Figura 24 - Hierarquia das entidades certificadoras.



O protocolo TLS *handshake* verifica três itens sobre o certificado digital do *site* para assegurar a sua identificação: (i) se está dentro do prazo de validade; (ii) se tem um nome válido corresponde à URL da página que está tentando exibir e; (iii) se foi emitido por uma autoridade certificadora válida. Nos navegadores mais antigos, as autoridades certificadoras eram carregadas durante a instalação do navegador. Navegadores mais recentes fazem a consulta da autoridade certificadora pela Internet em tempo real antes de exibir o *site* desejado.

Se alguns dos três itens mencionados anteriormente, prazo de validade, URL ou autoridade certificadora, apresentar algum problema, o navegador exibe um aviso como o mostrado na Figura 25.

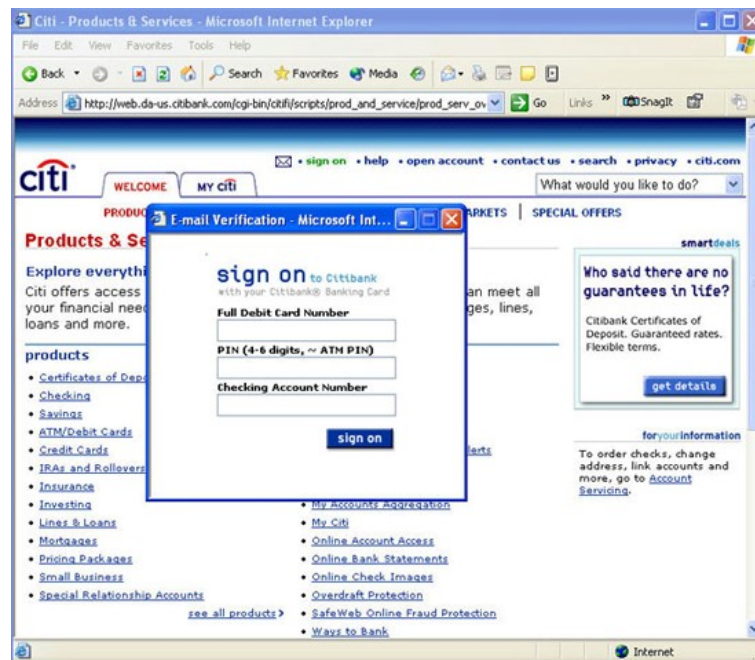
Figura 25 - Pedido de aceitação do certificado digital.



Essas precauções têm como um dos objetivos evitar o *Phishing*, que são *sites* falsos (MITNICK, 2002) que tentam se passar por outras entidades.

Na Figura 26 mostramos um *site* falso tentando se passar pelo Citibank, onde poderiam, por exemplo, capturar usuários desavisados e roubar seus dados. Verificamos que o *site* é falso porque no endereço URL, ao invés de *www* temos *web.da-us*. Além disso, falta o *s* após o *http* e não existe a exibição do ícone do cadeado. Dessa forma, não permitindo a visualização do certificado.

Figura 26 - Site Falso.



Gestão de Acesso

O sistema é acessado pelo usuário através de *login* e senha. Na versão inicial não havia qualquer tipo de política de senha para acesso dos usuários. Este fato, facilita ataques de força bruta, que consiste em tentativas consecutivas de senhas aleatórias afim de acertar a senha correta. Como medida de segurança foi adicionada maior complexidade de senha, incluindo aumento da quantidade mínima de caracteres. O fluxo da gestão de acesso está detalhado na próxima seção.

2.5 Melhorias Funcionais

Nessa seção são descritas as melhorias funcionais implementadas na plataforma. Detalhamos os ajustes nos fluxos existentes e os novos fluxos acrescentados. A documentação funcional é apresentada na linguagem MoLIC, abordada a seguir.

MoLIC

Modelos de interação especificam a estrutura e o comportamento do usuário com a interface. Estão relacionados aos comandos de interface que o usuário pode executar e as respostas que o sistema proporciona. O uso de modelos de interação na etapa de *design* é importante porque pode mitigar problemas na interação humano-computador.

O *design* de interação, tratado sob a perspectiva da Engenharia Semiótica, se transforma na manipulação de mensagens de comunicação. Nessa teoria, a interação humano-computador é um processo comunicativo, sendo a interação entre os sujeitos fundamental.

A MoLIC (Modeling Language for Interaction as Conversation) (BARBOSA; PAULA, 2003; SILVA, 2005; ARAUJO, 2008) é uma linguagem de modelagem utilizada para representar a interação humano-computador seguindo a metáfora de uma conversa entre usuário e *designer*. Ela proporciona suporte à reflexão, enquanto o *designer* projeta o sistema. Além da linguagem MoLIC ter como foco a Interface Humano Computador (IHC), ela possui embasamento acadêmico (SILVA; BARBOSA, 2007) e utilização prática comprovada (LOPES et al., 2016).

A MoLIC foi inicialmente proposta por Barbosa (BARBOSA; PAULA, 2003). Silva e Araújo propuseram extensões a MoLIC (SILVA, 2005; ARAUJO, 2008).

Essa linguagem surgiu devido a informalidade dos *storyboards*¹ utilizados em modelagem de Interação Humano-Computador (IHC). Os *storyboards* são, muitas vezes, feitos com desenho à mão livre, e possuem carência de detalhes, como falta de abordagem de fluxos alternativos e de exceção (SILVA; BARBOSA, 2007).

A linguagem trata a interação entre o usuário e o sistema como o preposto do *designer* na conversa. Assim, a interface atua como representante do *designer* em tempo de interação. Para a Engenharia Semiótica, a interface é uma mensagem elaborada pelo *designer* com a qual o usuário tem de lidar para atingir seus objetivos (SOUZA, 2005). Se a considerarmos integrando um processo de desenvolvimento, podemos vê-la como uma conexão entre a etapa de análise de requisitos dos usuários e o projeto e construção da interface de sistemas interativos (ARAUJO, 2008).

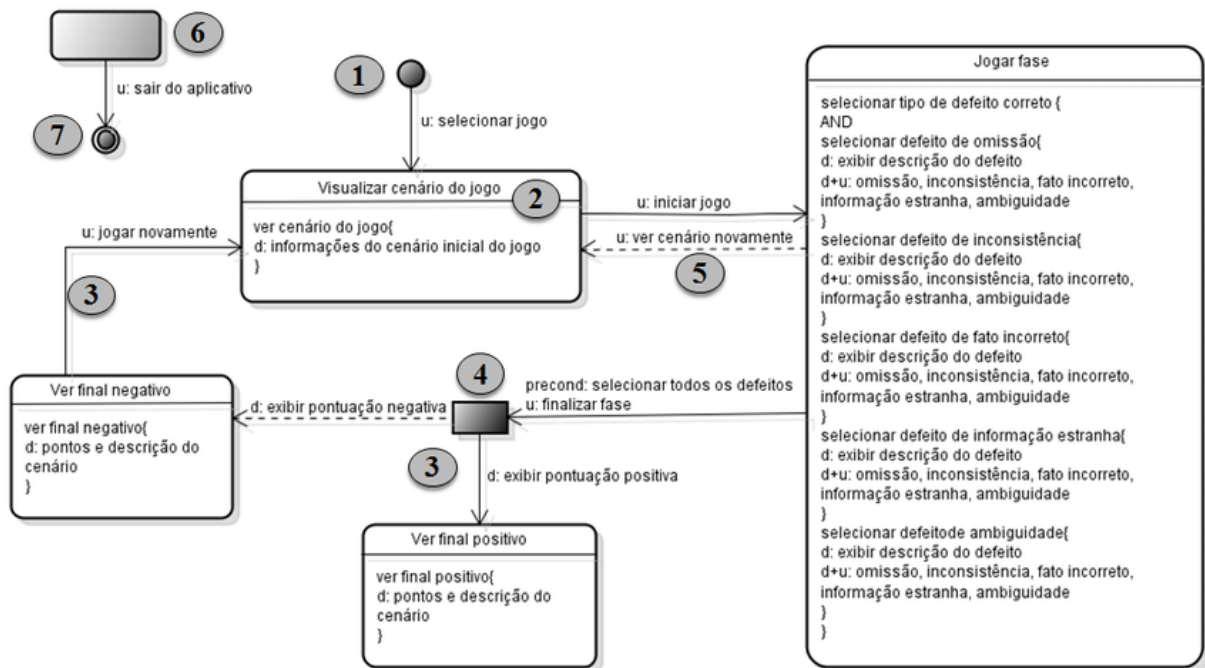
Na etapa de modelagem do diagrama, o *designer* especifica a interação usuário-sistema, definindo como as metas das diferentes funções dos usuários podem ser alcançadas durante a interação. Ela deve conter todos os assuntos e diálogos possíveis. Porém, sem apresentar detalhes de interface ou de plataforma tecnológica. Ao construir o diagrama de interação, o *designer* deve modelar todos os possíveis caminhos que foi capaz de prever, inclusive as eventuais rupturas de comunicação. Podemos ilustrar a notação diagramática da MoLIC na Figura 27. Ela mostra um diagrama simples para um sistema de jogo hipotético.

Os elementos básicos da linguagem, identificados de 1 a 7 na Figura 27, podem ser descritos como:

1. **Ponto de Abertura:** indica o início da interação do usuário com a aplicação. Na figura, o elemento é representado com um círculo preenchido com a cor preta;
2. **Cena:** é um momento na interação em que o usuário decide sobre como a conversa deve proceder. Ela possui duas partes. A primeira contém o tópico da conversa e a segunda os diálogos, onde se encontra o foco da conversa. O tópico da cena pode ser visto como o *designer* interagindo com o usuário: “Neste momento, você pode *tópico*”;
3. **Fala de Transição:** representa as mudanças de objetivos a partir da cena corrente, seja do usuário ou do sistema. Na fala de transição também são utilizados os conceitos de fala do usuário (u) *u: jogar novamente* e fala do *designer*/projetista (d) *d: exibir pontuação positiva*. Na figura, sobre a fala do usuário, caso o jogador tenha um resultado negativo, ele poderá jogar novamente. Em relação à fala do *designer*,

¹ *Storyboard*, no contexto de software, é uma expressão utilizada para definir as imagens arranjadas em sequência com o propósito de pré-visualizar elementos interativos em *websites*.

Figura 27 - Notação MoLIC.



caso o jogador obtenha uma pontuação mínima, ele será direcionado pelo sistema para visualizar o resultado positivo;

- Processo:** representa o processamento interno do sistema, inacessível aos usuários. Um aspecto fundamental dessa notação é o usuário só conhecer o que o preposto do *designer* informar (também através de falas);
- Ruptura:** indica uma fala do *designer* para uma situação de recuperação de ruptura, através de uma linha tracejada;
- Acesso Ubíquo:** é a oportunidade do usuário mudar o tópico da conversa. Pode ocorrer em qualquer cena da aplicação, é utilizado para atingir um objetivo diferente do atual. Para o sistema de busca do exemplo, pode significar o acesso do usuário a uma parte específica da busca;
- Fechamento:** representa o fim de uma conversa (p.ex. saída do sistema).

As falas de recuperação de rupturas são o que diferencia a MoLIC em relação as outras modelagens de interação. As linguagens para modelagem de tarefas, geralmente, especificam a interação como ela deve ocorrer no melhor caso, onde o usuário acerta todos os passos e se comporta exatamente como o previsto pelo modelo.

No sistema real, porém, os usuários podem cometer erros como parte dos passos para atingir seus objetivos. A linguagem MoLIC incentiva o *designer* a considerar os

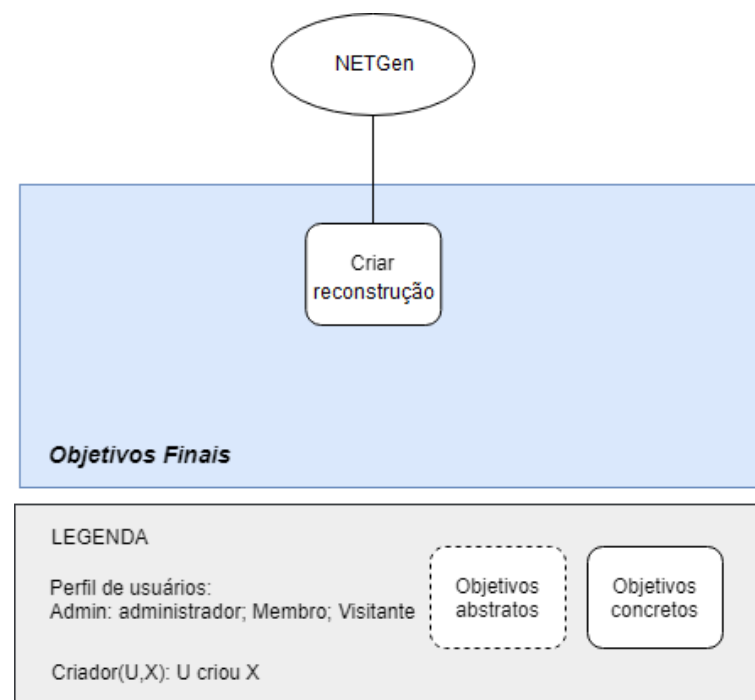
caminhos alternativos através da modelagem ativa de rupturas. Assim, o modelo pode contemplar não apenas os caminhos preferidos de interação, mas, também, os caminhos para apoiar o usuário em situações malsucedidas.

Na sequência são apresentados os diagramas dos fluxos do sistema NETGen e CurSystem em formato MoLIC e apresentadas as melhorias implantadas.

2.6 NETGen

Inicialmente, podemos ver na Figura 28 o Diagrama de Objetos Finais da aplicação NETGen. Ele representava o maior nível de abstração da aplicação, com o único e principal fluxo da aplicação antes das melhorias. Em sua primeira versão, o NETGen só tinha a funcionalidade de realizar a reconstrução da rede metabólica.

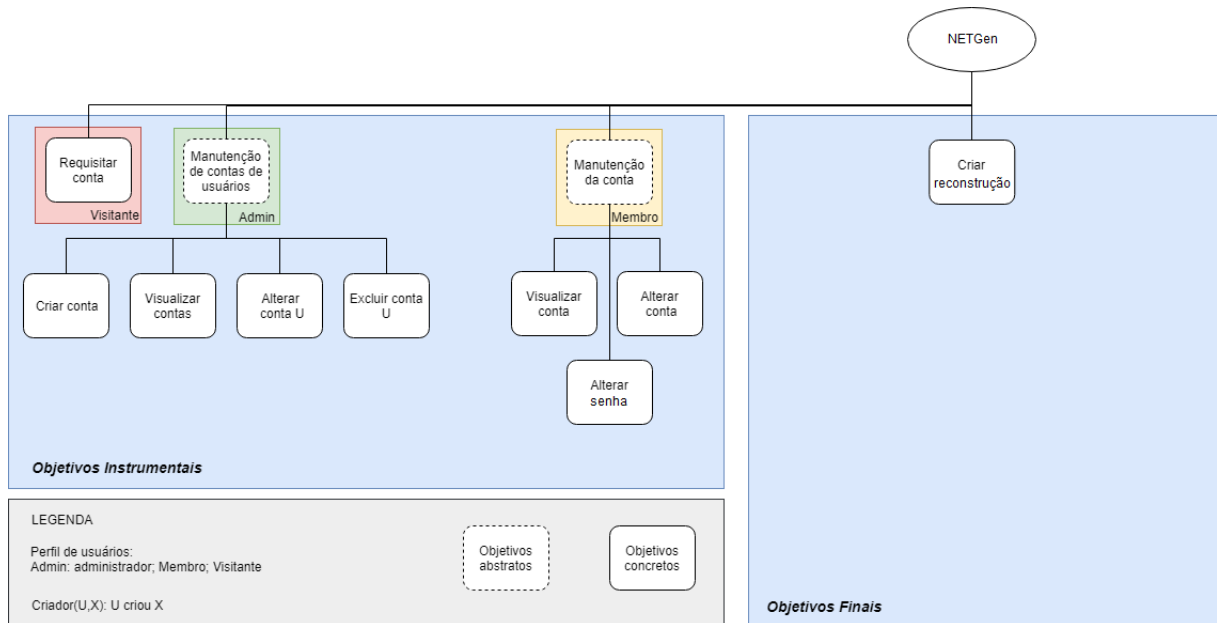
Figura 28 - Diagrama de Objetos Finais do NETGen: sem melhorias.



A Figura 29 mostra as novas funcionalidades acrescentadas ao sistema NetGen. Na gestão de acesso, foi inserida a funcionalidade de "Requisitar Conta". Na estrutura administrativa foram inseridas funcionalidades na "Manutenção de contas de usuários" como "Criar conta", "Visualizar contas", "Alterar conta" e "Excluir conta". Nessa mesma estrutura, para o usuário foram inseridas funcionalidades de "Visualizar conta", "Alterar conta" e "Alterar senha". Na versão anterior, a adição e alteração de usuários eram feitas

através de intervenção manual no banco de dados.

Figura 29 - Diagrama de Objetos Finais do NETGen: melhorias funcionais.



2.7 CurSystem

A Figura 30 mostra o Diagrama de Objetos Finais da aplicação CurSystem, que representa o seu maior nível de abstração. Ele indica os principais fluxos do sistema CurSystem, anterior à adição de novas funcionalidades.

A Figura 31 apresenta o Diagrama de Objetos Finais da aplicação CurSystem. Na nova versão foram acrescentadas as funcionalidades de "Requisitar conta", "Alterar senha", "Aprovar conta" e toda a estrutura de "Manutenção de especialidades" como "Criar especialidade", "Visualizar especialidade", "Alterar especialidade" e "Excluir especialidade". Na versão anterior, a adição de usuários era feita apenas por administradores e a manutenção de especialidades através de intervenção manual no banco de dados. Além das novas funcionalidades, as existentes foram aperfeiçoadas, e os detalhes de cada fluxo são apresentados nos diagramas a seguir.

Figura 30 - Diagrama de Objetos Finais do CurSystem: sem melhorias.

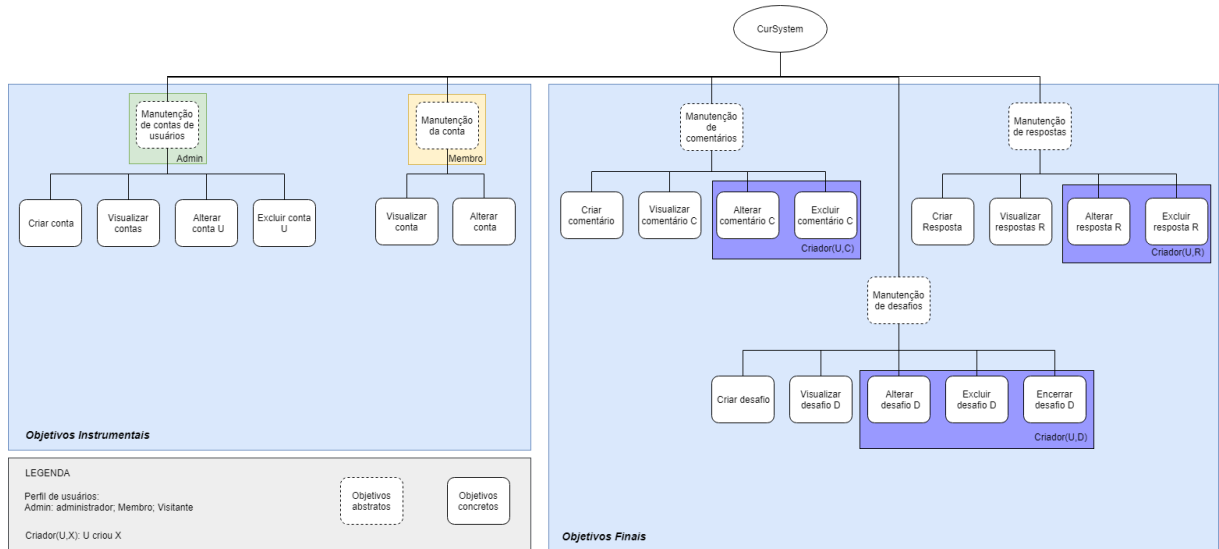
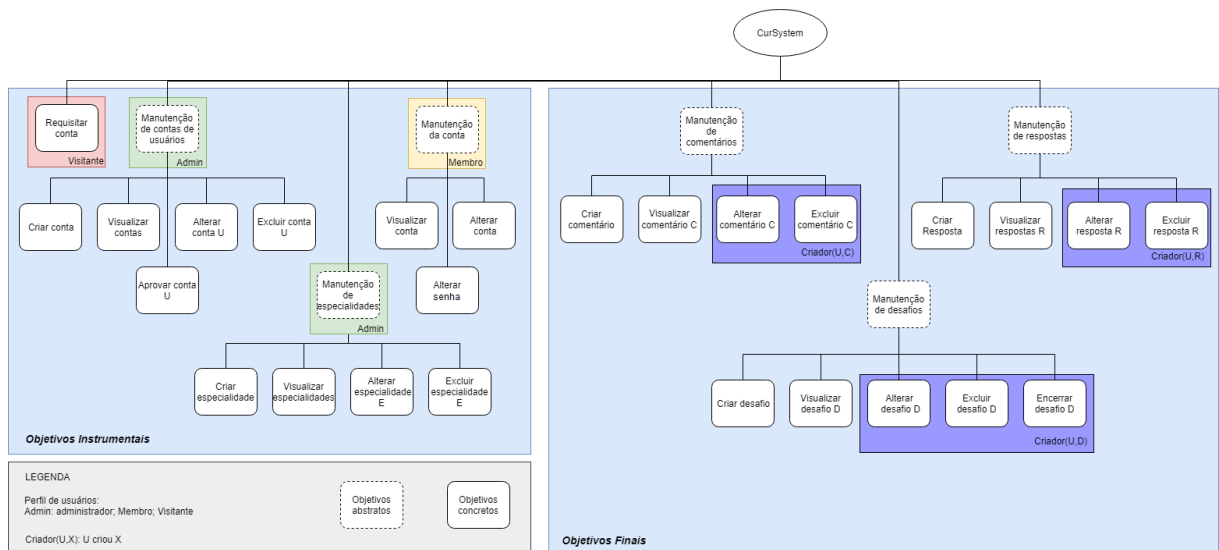


Figura 31 - Diagrama de Objetos Finais do CurSystem: melhorias funcionais.



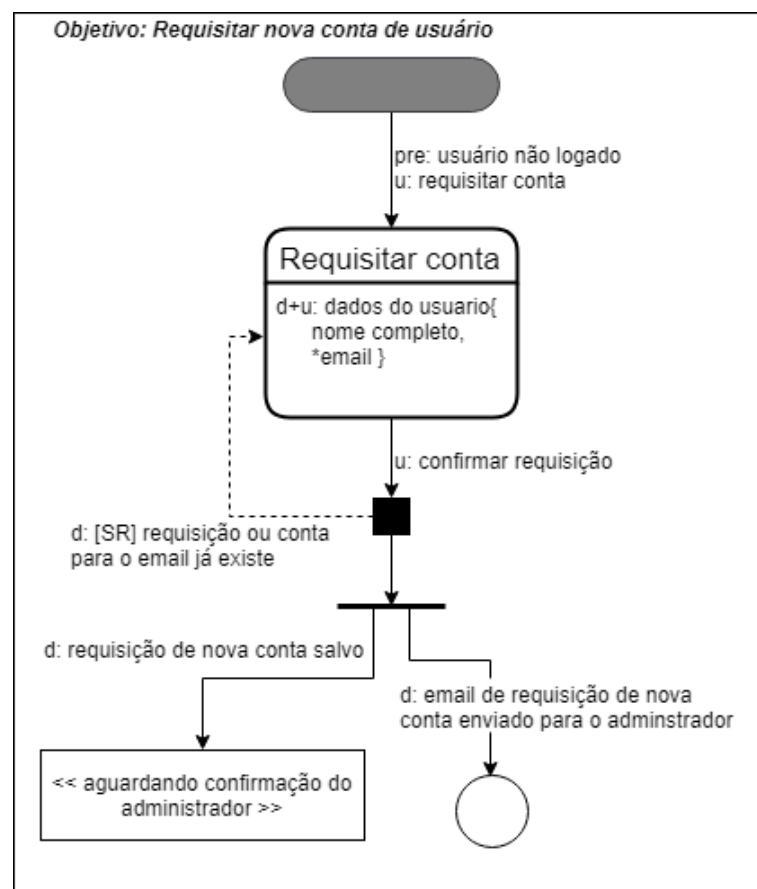
As Figuras 32, 33 e 34 representam as funcionalidades acrescentadas à aplicação CurSystem referentes a manutenção das contas dos usuários.

Para que um novo usuário possa utilizar a aplicação é necessário a realização de um cadastro. A Figura 32 detalha esse procedimento.

Ao fornecer as informações de cadastro, por ser um novo usuário, os dados devem ser verificados e não podem ser iguais aos de outro usuário já existente na aplicação.

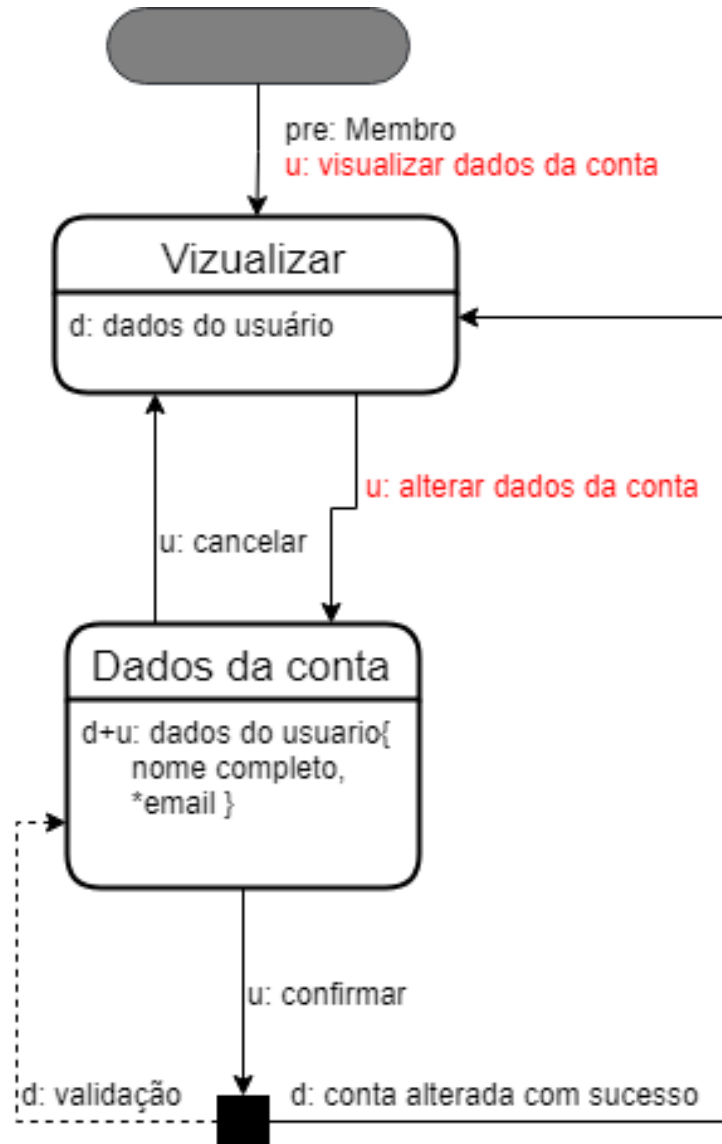
Além disso, ao se concluir o cadastro um *e-mail* é enviado para o administrador do sistema, que é responsável por aprovar o acesso. Assim, o usuário solicitante deve aguardar a aprovação para utilização do sistema.

Figura 32 - Requisitar Conta de Usuário.



Um membro não administrativo - um usuário qualquer - pode apenas consultar e alterar os próprios dados. O diagrama de Manutenção de Contas na visão de um usuário qualquer pode ser visto na Figura 34.

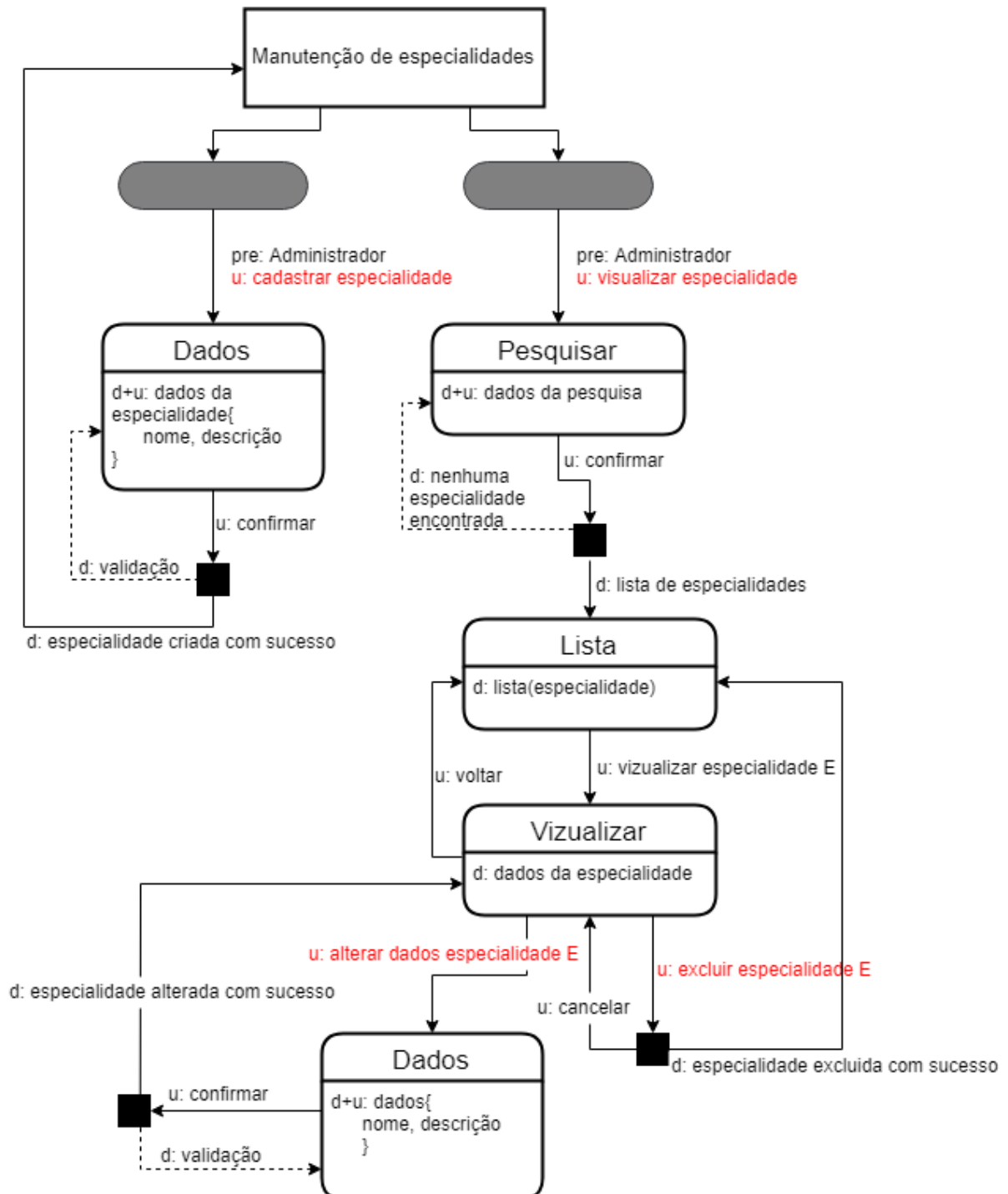
Figura 34 - Manutenção de Contas na visão de um usuários.



A Figura 35 mostra o diagrama da Manutenção das Especialidades.

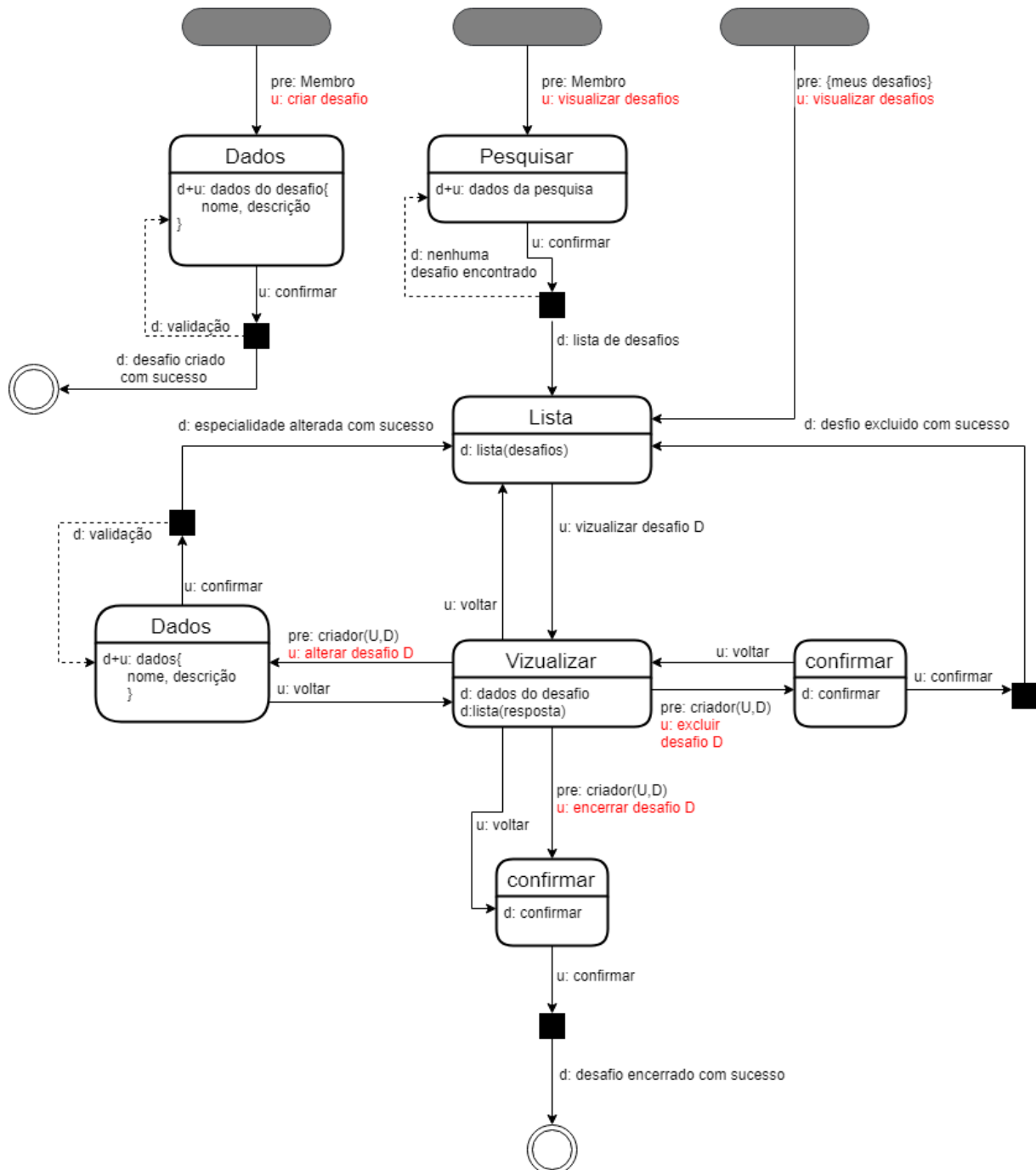
O administrador do sistemas é o responsável por realizar todas as operações da entidade Manutenção das Especialidades, como criar, buscar, atualizar e excluir.

Figura 35 - Manutenção de Especialidades.



As Figuras 36 e 37 descrevem os objetos centrais da aplicação CurSystem, que são os desafios propostos e as suas respectivas respostas.

Figura 36 - Manutenção de Desafios.



A Figura 36 demonstra as operações envolvidas num desafio.

Primeiro, qualquer usuário (membro) pode propor um desafio. Quaisquer outros usuários, já autorizados no sistema, podem acessar o desafio proposto através da pesquisa.

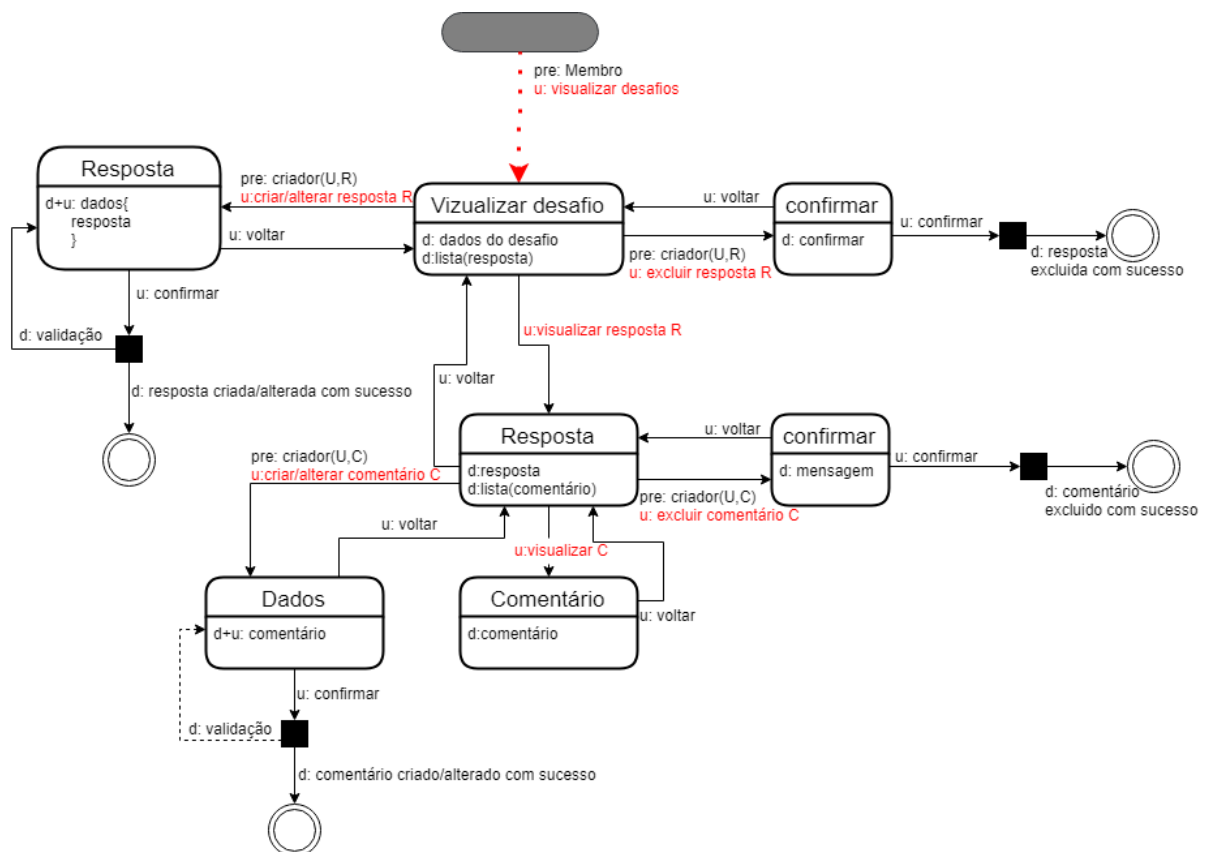
O próprio criador do desafio pode realizar a busca de um desafio através da opção de pesquisa ou acessando a opção de meus desafios.

Só o usuário criador de um desafio pode, por exemplo, alterar os seus dados ou excluir o desafio. Por último, se estiver satisfeito com as respostas obtidas, ele pode encerrar o desafio.

Por fim, a Figura 37 demonstra as operações das respostas dos desafios propostos.

Após acessar um desafio, um usuário pode respondê-lo, visualizar uma resposta anterior, ou ainda, alterar a própria resposta dada. Para complementar uma resposta é possível adicionar um comentário a ela, consultar, alterar ou mesmo excluir um comentário anterior.

Figura 37 - Manutenção de Respostas e Comentários.



Outras melhorias no *design*

A seguir, estão listadas outras funcionalidades pontuais realizadas com o intuito de melhorar a experiência do usuário na plataforma de análise de bactérias multirresistentes.

Telas Inicial

1. Descrição das aplicações NETGen e CurSystem, suas respectivas funcionalidades e objetivos.
2. Opção para se cadastrar no sistema.

Estas funcionalidades não existiam na versão anterior da plataforma.

Tela Desafios da Aplicação CurSystem

1. Foram inseridas diferentes cores associadas aos estados dos desafios. Os desafios ativos estão em preto e negrito, solução similar para *e-mails* não lidos. Desafios reabertos são destacados na cor vermelha e os desafios finalizados possuem a cor preta sem destaque negrito.

Telas Gerais

1. Para facilitar o entendimento na navegação através do sistema, cada tela possui um cabeçalho. Na versão anterior não havia identificação de página nas aplicações CurSystem ou NETGen. A versão atual possui informação da página onde o usuário se encontra seguido de uma descrição. Por exemplo, na tela de lançar desafios "Criação de Desafios" a descrição é "Use o formulário abaixo para lançar um novo desafio para curadoria!".
2. Para garantir mais espaço em tela para informações, foi inserido um Menu na parte superior dividido por seções.
3. Em cada opção do Menu superior, quando a opção for ativada, são mostrada as funções e para onde o usuário pode ser direcionado.
4. Todos os ícones são identificados e têm suas funções explicadas. Por exemplo, os ícones de lixeira e lápis estão associadas as funções excluir e alterar, respectivamente.
5. No Menu superior há uma opção de Ajuda com o manual geral, que descreve como utilizar o sistema. Por exemplo, na seção Desafio é explicado como criar um novo desafio, além de todos os procedimentos que podem ser feitos até que a solução final seja estabelecida.

O manual de utilização da aplicação CurSystem pode ser visto no Apêndice A.

3 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Avaliar a qualidade de software é um processo essencial para obter bons produtos. A avaliação deve considerar critérios de qualidade específicos e ser realizada periodicamente, para que seja possível detectar novos problemas e simultaneamente permitir a sua evolução. Neste capítulo abordamos a metodologia de avaliação da plataforma de análise de bactérias multirresistentes. Ela contém os critérios usados na avaliação das aplicações NETGen e Cursystem e todos os passos empregados.

O capítulo está estruturado da seguinte forma. Na Seção 3.1 explicamos a origem e objetivo da Norma ISO/IEC 25010. A seção 3.2 descreve como ocorreu a evolução da norma ao longo do tempo. Na seção 3.3 são explicados os parâmetros e características da norma. É partir dessas características que foi elaborada a avaliação. A Seção 3.4 aborda o processo de avaliação. Por fim, na seção 3.5 explicamos como o questionário foi gerado e aplicado aos usuários da plataforma.

3.1 Norma ISO/IEC 25010

A International Organization for Standardization (ISO) foi fundada em 1964 e está sediada em Genebra, na Suíça. Atualmente, possui 164 membros, um por cada país, que representam a organização em seus respectivos territórios. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a representante no Brasil. A organização atua, através de seus representantes, definindo padrões e normas a serem seguidas pelas empresas, independente do seu porte, com o objetivo de garantir a qualidade, segurança e eficiência do que oferecem.

A International Electrotechnical Commission (IEC) e a ISO se uniram para editar normas (padrões) internacionais conjuntas que definem qualidade de software. ISO e IEC² são organismos normalizadores, com importância internacional, reconhecidos no setor de software. O objetivo é orientar o desenvolvimento de produtos de software através da especificação dos requisitos de qualidade e da avaliação das características de qualidade. Para essas organizações o modelo de qualidade é a base de um sistema de avaliação da qualidade do produto. Assim, o modelo determina quais características de qualidade são consideradas ao avaliar as propriedades de um produto de software.

A qualidade é definida como o grau em que o sistema satisfaz as necessidades explícitas e implícitas de suas várias partes interessadas, fornecendo valor. A funciona-

² Acesso em março de 2020, <https://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010>

lidade, o desempenho, a segurança, a manutenibilidade, entre outras, são características do produto que categorizam a sua qualidade.

Optamos pela ISO/IEC 25010 por ser uma das normas internacionais de qualidade mais difundidas na atualidade. Seus padrões estão relacionados com a proposta deste trabalho, que é a expansão para a comunidade internacional. Em sua forma atual, as normas abrangem ambos os modelos de qualidade e métricas (INTERNATIONAL..., 2011).

3.2 Breve Histórico

A ISO/IEC 25010, até a data desse trabalho, é a versão mais recente da norma de qualidade de produto de software. Antes da ISO/IEC 25010, houve basicamente três versões que estão resumidas, cronologicamente, a seguir:

- ISO/IEC 9126: 1991 - 19 de dezembro de 1991

Em 19 de dezembro de 1991 foi emitida a Norma ISO/IEC 9126 para definir um conjunto de parâmetros com o objetivo de padronizar a avaliação da qualidade de software. Ela se enquadra no modelo de qualidade das normas da família 9000 (ISO/IEC..., 1991).

- ISO/IEC 9126: 2001 - 15 de Junho de 2001

Em 15 de Junho de 2001, a Norma ISO/IEC 9126: 1991 foi substituída pela Norma ISO/IEC 9126: 2001. Nessa nova versão a norma foi dividida em quatro partes (ISO/IEC..., 2001) com as seguintes finalidades:

- 9126-Parte 1: Modelo de qualidade;
- 9126-Parte 2: Métricas externas;
- 9126-Parte 3: Métricas internas;
- 9126-Parte 4: Métricas de qualidade em uso.

- ISO/IEC 25010: 2011 - 01 de Março de 2011

Em 1 de Março de 2011 a ISO/IEC 9126 foi substituída pela ISO/IEC 25010: 2011 Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. Essa é a orientação vigente e que foi utilizada neste trabalho. Em comparação com a norma 9126, a segurança e a compatibilidade foram adicionadas como principais características (INTERNATIONAL..., 2011).

3.3 Padrão de Qualidade de Software ISO/IEC 25010

Nesta seção abordamos o Padrão ISO/IEC 25010 (ISO. . . , 2011). É a partir dos seus atributos de qualidade que é realizada a avaliação proposta nesta metodologia.

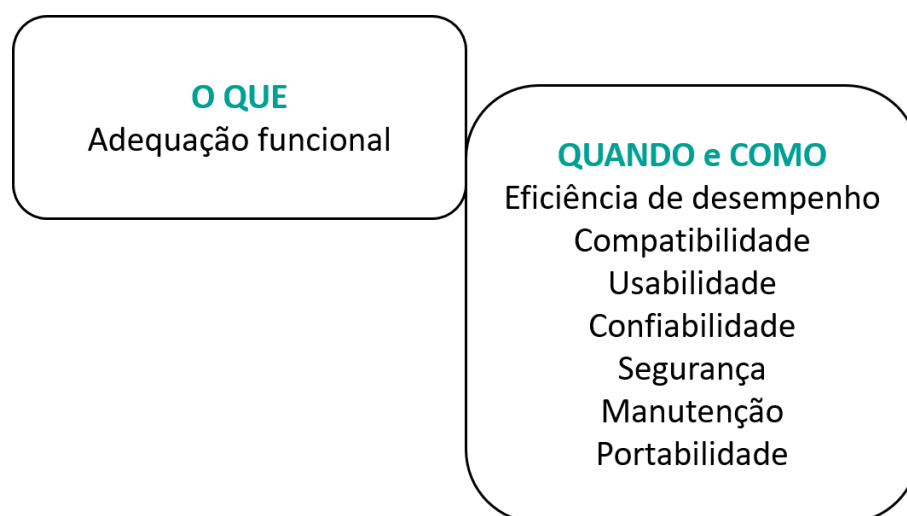
A ISO/IEC 25010, sob o título geral *”Engenharia de sistemas e software - Requisitos de qualidade e avaliação de sistemas e softwares - Modelos de qualidade de sistemas e softwares”* é um padrão composto de duas partes principais: um modelo de qualidade do produto de software e um modelo de qualidade do sistema em uso. O modelo de qualidade do produto de software possui oito características, e o modelo de qualidade do sistema possui três características. Ambos os grupos de características são divididas em sub-características.

Avaliamos os sistemas CurSystem e NETGen com base no modelo de qualidade do produto de software, por se tratarem de aplicações web, que compõem a plataforma de análise de bactérias multirresistentes.

A Norma ISO/IEC 25010 categoriza os atributos de qualidade de software em oito características que devem ser avaliadas (INTERNATIONAL. . . , 2011), que são: funcionalidade, eficiência do desempenho, compatibilidade, usabilidade, confiabilidade, segurança, manutenibilidade e portabilidade.

A Figura 38 ilustra um agrupamento de atributos de forma que a característica “funcionalidade” indique “O que” o software faz. A funcionalidade deve ser adequada a finalidade objetivo do software. A demais características estão relacionadas a “Quando e Como” a funcionalidade deve ser desempenhada.

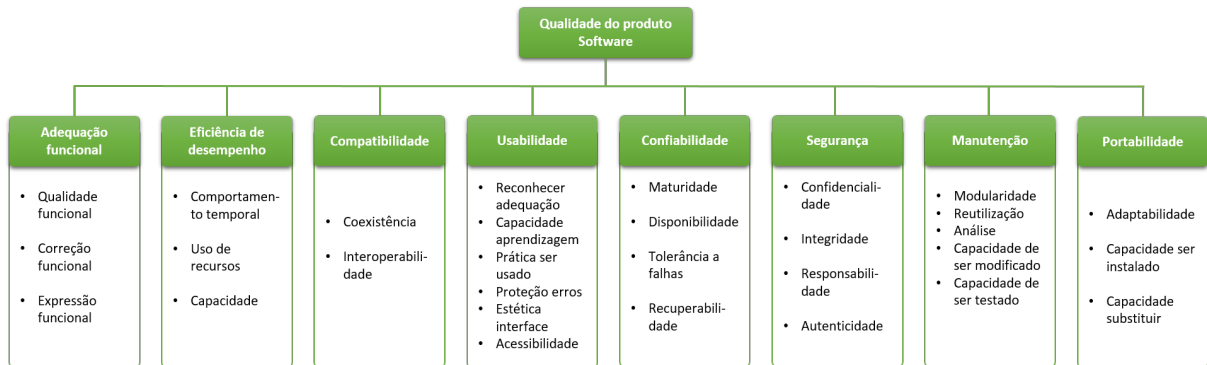
Figura 38 - Características.



Cada característica é refinada em um conjunto de sub-características. Assim, a norma é baseada em dois níveis denominados **Características** e **Sub-características**,

que estão ilustrados na Figura 39.

Figura 39 - Características e Sub-características da Norma ISO/IEC 25010.



Cada uma das Características e sub-características estão definidas na sequência (INTERNATIONAL. . . , 2011) e estão relacionadas a uma pergunta que as representa.

Adequação funcional - Satisfaz as necessidades?

Representa o grau em que um produto ou sistema fornece funções que atendem às necessidades declaradas e implícitas quando usado sob condições especificadas.

1. **Qualidade funcional:** Propõe-se a fazer o que é apropriado? Nível em que o conjunto de funcionalidades atende todas as necessidades e os objetivos do usuário;
2. **Correção funcional:** Faz o que foi proposto de forma correta? Capacidade do produto ou sistema de fornecer resultados corretos com o nível de precisão exigido;
3. **Expressão funcional:** Fornece um conjunto apropriado de funções para tarefas? Capacidade do produto de software fornecer um conjunto apropriado de funções para tarefas e objetivos específicos do usuário.

Eficiência de desempenho - Mantém o desempenho previsto nos requisitos?

Representa o desempenho em relação à quantidade de recursos usados nas condições estabelecidas.

1. **Comportamento temporal:** tempo de resposta, processamento e taxas de rendimento de um sistema são satisfatórios? Os tempos de resposta e processamento e taxas de rendimento de um produto ou sistema, ao executar suas funções, atendem a determinadas condições.
2. **Uso de recursos:** A quantidade de recursos é satisfatória sob certas condições? Tipo e quantidade de recursos utilizados quando o software realiza suas funções sob determinadas condições.

3. **Capacidade:** Em capacidade máxima o sistema de software atende aos requisitos? Nível em que os limites máximos de um produto ou parâmetro do sistema atendem aos requisitos.

Compatibilidade - Dois ou mais usuários executam funções fundamentais quando compartilham o mesmo sistema?

Possibilidade de um produto, sistema ou componente trocar informações com outros produtos, sistemas ou componentes, além de executar suas funções necessárias enquanto compartilham o mesmo ambiente de hardware ou software.

1. **Coexistência:** Usuários concorrentes, no mesmo ambiente, compartilham informações e recursos sem que nenhum deles saia prejudicado? O produto pode executar suas funções necessárias com eficiência, enquanto compartilha um ambiente comum e recursos com outros produtos, sem impacto prejudicial em qualquer outro produto.
2. **Interoperabilidade:** Dois ou mais sistemas estão aptos para permutar informações e usar as informações trocadas? Aptidão de dois ou mais sistemas, produtos ou componentes poderem trocar informações e usar as informações que foram trocadas.

Usabilidade - É fácil de usar?

Está relacionada a como um produto ou sistema pode ser usado por usuários para atingir determinados objetivos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto de uso específico.

1. **Capacidade de reconhecer sua adequação:** É fácil entender o conceito lógico e sua aplicabilidade? Permite ao usuário avaliar se o produto ou sistema é adequado às suas necessidades.
2. **Capacidade de aprendizagem:** É fácil aprender a usar? O produto ou sistema possibilita aos usuários que eles aprendam a usar o produto ou sistema com eficácia, eficiência, isento de riscos e com satisfação em um contexto de uso específico.
3. **Prática de uso:** É fácil operar e controlar? O produto ou sistema possui atributos que o tornam fácil de operar e controlar.
4. **Proteção contra erros do usuário:** Possui validação para erros comuns? O sistema protege os usuários de cometer erros comuns.
5. **Estética da interface do usuário:** A interface é agradável e satisfaz a interação com o usuário? Grau em que a interface do usuário permite uma interação agradável e satisfatória para o usuário.

6. **Acessibilidade:** Permite que seja usado por usuários com certas características e deficiências? O produto ou sistema possibilita que pessoas com ampla gama de características e capacidades atinja um determinado objetivo em um contexto de uso específico.

Confiabilidade - O sistema é confiável?

Caracteriza a eficiência do sistema, produto ou componente em executar determinadas funções sob condições específicas em um período de tempo.

1. **Maturidade:** Com que frequência apresenta falhas por defeitos no software? O sistema, produto ou componente atende às necessidades de confiabilidade em operação normal.
2. **Disponibilidade:** O software está disponível para uso quando necessário? O sistema, produto ou componente está operacional e acessível quando necessário para uso.
3. **Tolerância a falhas:** Ocorrendo falhas, como o software reage? O sistema, produto ou componente opera como planejado, apesar da presença de falhas de hardware ou software.
4. **Capacidade de recuperação:** É capaz de recuperar dados em caso de falhas? O produto ou sistema pode recuperar os dados afetados e restabelecer o estado do sistema, em caso de interrupção ou falha.

Segurança - É seguro?

O produto ou sistema deve proteger informações e dados para que pessoas ou outros produtos ou sistemas tenham o acesso aos dados de forma apropriada aos seus tipos e níveis de autorização.

1. **Confidencialidade:** Evita acessos não autorizados à dados? O produto ou sistema garante que os dados sejam acessíveis apenas para aqueles autorizados ao acesso.
2. **Integridade:** Impede o acesso ou modificações não autorizadas em dados? O sistema, produto ou componente impede o acesso não autorizado ou modificação de programas de computador ou dados.
3. **Não-repúdio:** Esse evento ocorreu? Existe comprovação de que ações ou eventos ocorreram de forma que os eventos ou ações não possam ser repudiados posteriormente.
4. **Responsabilidade:** É possível rastrear as ações? Eficácia em atribuir as ações de uma entidade exclusivamente àquela entidade.

5. **Autenticidade:** O sistema demonstra a identidade de um assunto ou recurso? O sistema, produto ou componente é capaz de comprovar a identidade de um sujeito ou recurso como reivindicada.

Manutenção - É fácil de modificar?

Representa a capacidade de um produto ou sistema ser modificado, de forma efetiva e eficiente, para melhorá-lo, corrigi-lo ou adaptá-lo às mudanças do ambiente e dos requisitos.

1. **Modularidade:** Permite que uma alteração em um componente tenha um impacto mínimo sobre os outros? O sistema ou programa de computador é composto de componentes discretos, de forma que uma alteração em um componente tenha impacto mínimo em outros componentes.
2. **Reutilização:** Permite que seja usado em mais de um sistema de software ou na construção de outros ativos? Permite que um ativo seja usado em mais de um sistema ou na construção de outros ativos.
3. **Análise:** É fácil encontrar uma falha, quando ocorre? É possível, de forma efetiva e eficiente, avaliar o impacto de uma alteração, encontrar causas e falhas, ou ainda identificar as partes que devem ser modificadas em um produto ou sistema.
4. **Capacidade de ser modificado:** É fácil modificar e adaptar? O produto ou sistema pode ser modificado, de forma efetiva e eficiente, sem introduzir defeitos ou degradar o desempenho do produto existente.
5. **Capacidade de ser testado:** É fácil validar o software modificado? Os critérios de teste podem ser estabelecidos para um sistema, produto ou componente, de forma efetiva e eficiente, e os testes podem ser realizados para determinar se os critérios foram atendidos.

Portabilidade - É fácil de usar em outro ambiente?

É a capacidade de um sistema, produto ou componente ser transferido de um hardware, software ou outro ambiente operacional ou de uso para outro ambiente computacional, de forma efetiva e eficiente.

1. **Adaptabilidade:** É fácil adaptar a ambientes diferentes? Permite a adaptação do produto ou sistema, de forma eficaz e eficiente, para diferentes hardwares, softwares ou outros ambientes operacionais ou de uso diferente ou em evolução.
2. **Capacidade para ser instalado:** É fácil instalar? Facilidade com que um produto ou sistema pode ser instalado ou desinstalado com sucesso em um ambiente específico, de forma efetiva e eficiente.

3. **Capacidade de ser substituído:** É capaz de ser substituído por um outro software? O produto pode substituir outro produto de software específico para a mesma finalidade no mesmo ambiente.

3.4 Processo de Avaliação

O processo de avaliação envolve a seleção das métricas de qualidade, onde são escolhidos os critérios de qualidade que podem ser associados a algum valor.

Podemos encontrar na literatura diferentes processos de avaliação de software como MPS.BR, FURPS+ e McCall (ANDRADE, 2005)(EELES, 2005)(MCCALL; RICHARDS; WALTERS, 1977).

MPS.BR é um acrônimo da expressão "Melhoria de Processo do Software Br". Ele é um modelo de referência (MR-MPS) e um método de avaliação (MA-MPS) proposto e voltado para empresas brasileiras. Neste trabalho buscamos atingir padrões internacionais, sendo a ISO/IEC 2510 mais apropriada para esta finalidade. FURPS+ e McCall são processos antigos que não estão em constante atualização. Tanto FURPS+ quanto o McCall não contemplam critérios críticos atuais como portabilidade e segurança. Como pode ser visto na Seção 3.1, a segurança foi incorporada na última revisão da ISO/IEC 25010. Segurança é um ponto fundamental porque a plataforma utiliza tecnologia WEB. Ela pode ser vista por qualquer pessoa com acesso a rede.

Para elaborar as questões a partir das características da ISO/IEC 25010, neste trabalho foi utilizada a abordagem proposta por Basili(BASILI, 1992) denominada *Goal-Question-Metric* (GQM). Foi verificado que o GQM é o mais adequado para extrair as características da ISO/IEC 25010 e amplamente utilizado na literatura (CALABRESE et al., 2018)(OLIVEIRA, 2016)(MIRANDA; MARQUES, 2019).

A abordagem GQM pode ser vista como dividida em seis etapas. As três primeiras são relacionadas as metas que conduzem a identificação das métricas corretas para a criação e manutenção de um sistema de software. As outras três se relacionam a como coletar dados e como os resultados obtidos orientam a tomada de decisão e os aperfeiçoamentos no sistema. Basili(BASILI, 1992) descreve as seis etapas do processo da seguinte forma:

- **Etapa 1.** Descreve um conjunto de metas para o produto ou sistema, e suas medições com o objetivo de atingir produtividade e qualidade;
- **Etapa 2.** Define perguntas relacionadas com as metas do produto ou sistema de modo quantitativo, se possível;
- **Etapa 3.** Define as medidas que devem ser coletadas, para responder as perguntas

relacionadas às metas e acompanhar o processo e a conformidade do produto ou sistema;

- **Etapa 4.** Desenvolve mecanismos de coleta de dados;
- **Etapa 5.** Coleta, valida e analisa os dados. Repassa os resultados com o objetivo de realizar ações corretivas no produto ou sistema;
- **Etapa 6.** Análise dos dados observando a conformidade com as metas e recomenda melhorias.

A abordagem GQM permite a especificação de um sistema de medição para um determinado conjunto de perguntas e um conjunto de regras, de forma que permite a interpretação dos dados de medição. O modelo de medição resultante é baseado em três níveis descritos a seguir.

Nível Conceitual - Meta (Goal)

Uma meta é definida para um objeto, por inúmeras razões, no que diz respeito a vários modelos de qualidade, de pontos de vista diferentes e em relação a um ambiente particular. Objetos de medida são: produtos, processos e recursos. As medições podem considerar o ciclo de vida de um produto ou sistema de software, os processos associados ao produto ou sistema, como especificações, *designs*, conjunto de testes, e recursos de hardware e software necessários para o seu correto funcionamento.

Nível Operacional - Pergunta (Question)

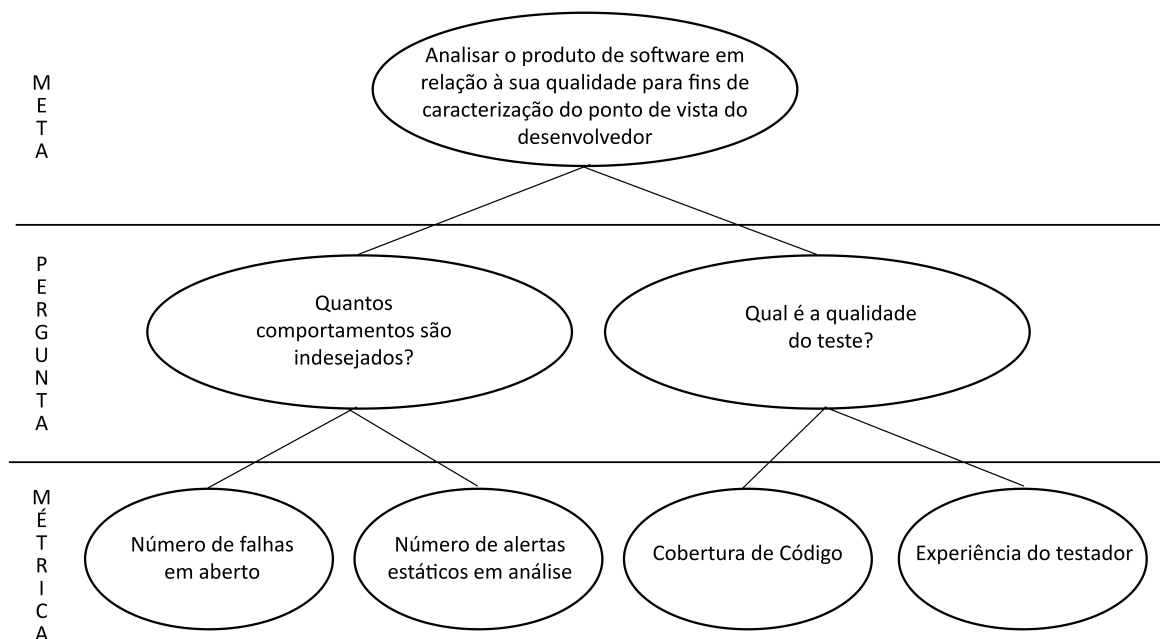
Um conjunto de perguntas é utilizado para caracterizar o modo como a avaliação ou cumprimento de uma meta específica é implementado no produto ou sistema. As perguntas auxiliam na caracterização do objeto de medição (produto, processo, recurso) relacionados as questões qualidade e determinam sua qualidade do ponto de vista selecionado.

Nível Quantitativo - Métrica (Metric)

Um conjunto de métricas, baseada nos modelos, é associada a cada pergunta. A ideia é poder responder as perguntas de um modo quantitativo. Essas métricas podem ser objetivas ou subjetivas.

A definição das métricas propostas segue o *layout* da abordagem Basili(BASIL, 1992) (Metas-Perguntas-Métricas). A Figura 40 ilustra o *layout* implementado no processo de avaliação.

Figura 40 - Metas-Perguntas-Métricas.



O *layout* é estruturado hierarquicamente (Figura 40) começando com um objetivo (especificando o propósito da medição, o objeto a ser medido, o problema a ser medido e o ponto de vista do qual a medição é feita). O objetivo é refinado em várias perguntas, que, em geral, divide o problema em seus componentes principais. Cada pergunta é então refinada em métricas, algumas delas objetivas e outras subjetivas. A mesma métrica pode ser usada para responder a diferentes perguntas com o mesmo objetivo.

3.5 Questionário

Para avaliar as melhorias realizadas na plataforma de análise de bactérias multirresistentes, aplicações NETGen e CurSystem, foram elaborados questionários considerando diferentes critérios contidos na Norma ISO/IEC 25010. Para criação dos questionários é baseada na proposta de Basili *Goal-Question-Metric*, que possui uma abordagem *top-down* para medição de software (PRESSMAN, 2011).

Neste trabalho, as Metas (*Goal*) são as sub-características selecionadas da norma. A partir das metas foram elaboradas as Perguntas (*Questions*) e por fim, a coleta dos dados do questionário representa as Métricas (*Metric*) para realização da análise dos dados. Para avaliar a usabilidade é utilizado um instrumento validado de satisfação do usuário, o System Usability Scale (SUS)(BROOKE, 1986). O SUS, assim como o GQM, pode ser verificado através de um questionário. Criado originalmente por John Brooke em 1986, ele permite avaliar uma ampla variedade de produtos e serviços, incluindo hardware, software, dispositivos móveis, sites e aplicativos. Os benefícios observados com o SUS incluem facilitar as respostas dos participantes utilizando escalas simples, pode ser usado em amostras pequenas com resultados confiáveis e com o resultado é possível diferenciar efetivamente se um sistema é utilizável ou inutilizável(BROOKE, 1986).

Os questionários foram aplicados a dois grupos de pessoas. O primeiro é composto por profissionais da área de Ciência da Computação, especialistas em interface e usabilidade que fizeram uma inspeção semiótica nas aplicações. O segundo grupo é formado por pesquisadores especialistas na área de Biologia, Bioinformática e áreas afins, que são os usuários finais do sistema.

Para o recrutamento dos participantes foi utilizado o método Bola de Neve que utiliza uma cadeia de referências para se obter uma amostra representativa (Vinuto, 2014). Foram enviadas mensagens para alguns profissionais das áreas, que fazem parte da rede de conhecimentos dos pesquisadores, e cada profissional pode recomendar de 1 a 2 indivíduos.

A pesquisa é de natureza quantitativa e qualitativa distribuída para os especialistas, de forma a conhecer o perfil e o entendimento deles em relação aos requisitos que foram utilizados no desenvolvimento da plataforma. Os questionários foram disponibilizados via web, utilizando a ferramenta on-line Google Forms. Estes questionários foram úteis para

verificar se os interesses desses profissionais estavam de acordo com o que foi levantado na fase de identificação de requisitos da plataforma. Para isso, utilizamos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) e os questionários (Apêndice B, C, D e E).

As perguntas foram divididas em quatro partes. A primeira parte, denominada Introdução, possui as perguntas que identificam o perfil dos participantes da pesquisa. A segunda parte contém as perguntas relativas aos critérios da ISO de ambas as aplicações. A terceira e quarta são perguntas para avaliar a usabilidade a partir do System Usability Scale (SUS), sendo a terceira específica sobre a aplicação NETGen e a quarta específica para a aplicação CurSystem, todas as partes estão presentes no Apêndice B.

As respostas da segunda, terceira e quarta partes consideram uma escala tipo Likert (LIKERT, 1932). A escala apresenta cinco níveis de concordância, variando de “discordo totalmente” a “concordo totalmente”, utilizando a pontuação de 0 a 4 de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Escala tipo Likert.

Pontuação	Respostas
0	Discordo totalmente
1	Discordo
2	Não concordo nem discordo
3	Concordo
4	Concordo totalmente

4 RESULTADOS

Nesse capítulo é realizada a análise dos dados coletados, segundo a metodologia apresentada no Capítulo 3 e discutidos os resultados. Obtivemos 12 participantes, sendo pessoas especializadas na área biológica ou de computação. O número baixo de participantes não apresenta ameaça na avaliação de usabilidade de acordo com Jakob Nielsen, cientista da computação com Ph.D. em interação homem-máquina, 5 participantes é o suficiente nesse tipo de avaliação (NIELSEN; LANDAUER, 1993).

4.1 Parte 1 - Perfil dos Participantes

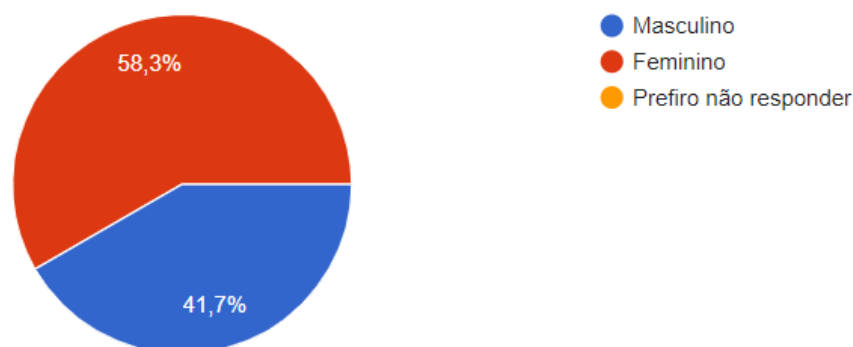
A primeira parte é dedicada as informações sobre as pessoas que estão participando da avaliação da plataforma. Dessa forma, é possível traçar o perfil dos usuário do sistema.

Apesar de solicitar informações pessoais, como nome e idade, os dados são confidenciais. Analisamos e divulgamos somente resultados de forma consolidada, sem qualquer identificação de indivíduos ou instituições participantes.

Todos respondentes estão na faixa etária entre 26 e 60 anos.

Com relação ao perfil, do total de respondentes 58,3% são do sexo feminino, 41,7% são do sexo masculino, existe uma terceira opção "Prefiro não responder" que não foi selecionada, como pode ser visto na Figura 41.

Figura 41 - Sexo.



Com relação a formação acadêmica principal observamos que metade pertence em sua maioria a área de Biologia (40%) e 10% em outras áreas. O restante pertence a área de Ciência da Computação (50%).

Em relação ao tempo que o usuário tem de experiência na área de Biologia, Bioin-

formática, Bioquímica, Biomedicina ou áreas afins observamos que 42% possui mais de 10 anos na área, menos da metade possui entre 4 e 10 anos (33%) e a minoria 25% tem menos de 1 ano de experiência na área.

Sobre a experiência com a plataforma, quase metade (42%) dos usuário possuem mais de 1 ano de uso, a minoria respondeu o questionário após contato imediato com a plataforma (25%) e o restante dos usuário (33,3%) possuem pouca experiência com as aplicações, de 2 meses a 1 ano.

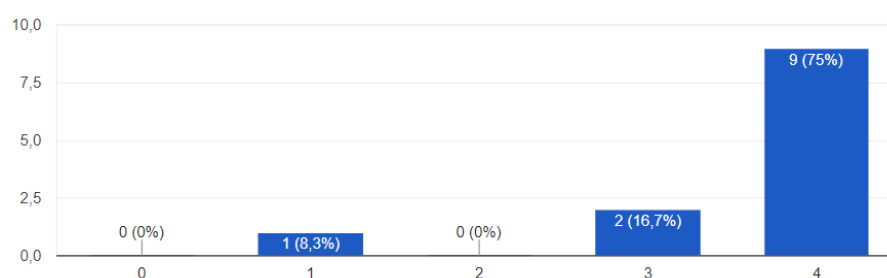
4.2 Parte 2 - Critérios da ISO

Essa seção avalia a parte dois do questionário que contém as afirmativas relacionadas aos critérios da ISO/IEC de ambas as aplicações. Ela está dividida de acordo as características da ISO.

Adequação funcional

A característica da ISO Adequação funcional foi observada através de duas afirmações. A primeira avalia se a plataforma cumpre sua função e atinge seus objetivos e necessidades. É possível perceber que a maioria concorda que a plataforma atente a sua funcionalidade, como mostra a Figura 42.

Figura 42 - Função, objetivos e necessidades.

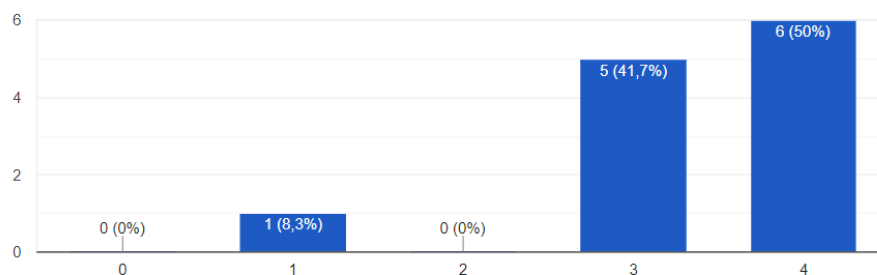


A segunda afirmação está relacionada à geração de informações, documentos e relatórios que complementem as atividades. Através da Figura 43 constata-se que 91% usuários Concordam totalmente ou simplesmente Concordam com a geração de informações, permitindo concluir que de uma forma geral a plataforma atende a essa necessidade.

Eficiência de desempenho

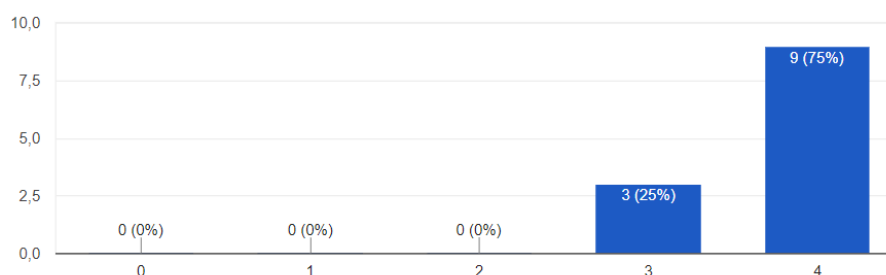
A Eficiência de desempenho é outra característica da ISO que deve ser considerada e foi observada através de três afirmações.

Figura 43 - Geração de informações, relatórios e documentos



A primeira afirmação é sobre a percepção do usuário em relação ao processamento de informações e o tempo de resposta. Todos os usuários concordam que o tempo de resposta e processamento são adequados. Como pode ser visto na Figura 44.

Figura 44 - Processamento de dados e o tempo de resposta.



A segunda afirmação verifica se o usuário considera que é necessário investir em grande quantidade de hardware para acessar a plataforma. Como pode ser visto na Figura 45 todos consideram que acessar a plataforma não demanda investimento de hardware. Como é uma aplicação web, qualquer dispositivo, móvel ou não, com capacidade de abrir um navegador deve ser capaz de executar a aplicação.

A terceira afirmação está relacionada com o espaço de armazenamento de informações na percepção do usuário. Mais especificamente, se o usuário já teve que apagar dados para alcançar o nível máximo de informações. A Figura 46 mostra que 83,3% dos usuários, a maioria, não precisaram apagar informações.

É importante que aplicações web se adaptem ao tempo e ao crescimento dos dados. É negativo o fato de ser necessário deletar informações ao alcançar o nível máximo de capacidade no sistema.

Compatibilidade

Figura 45 - Investimento em hardware.

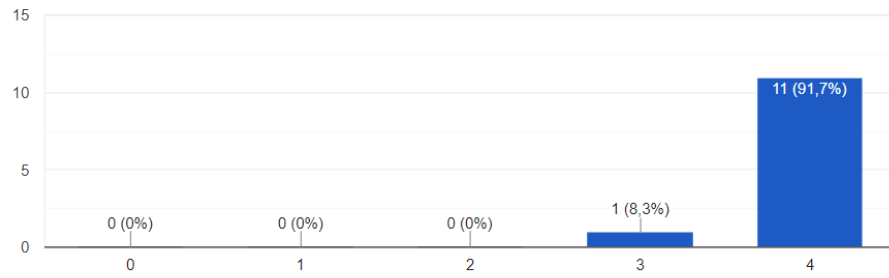
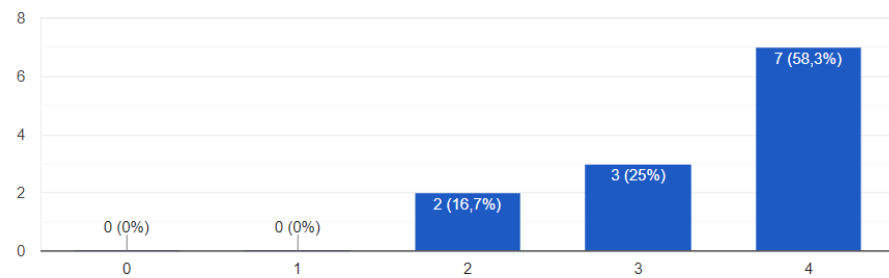


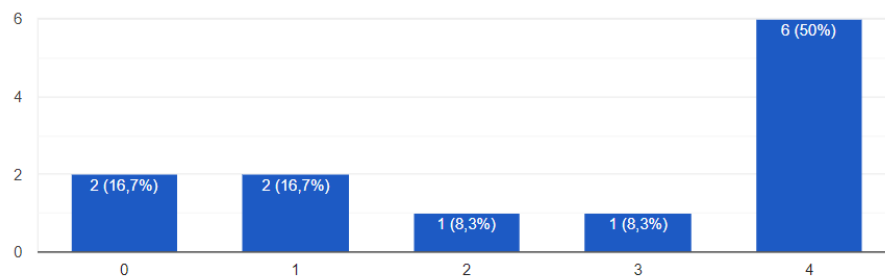
Figura 46 - Nível máximo de informações.



A característica da ISO Compatibilidade foi observada através da percepção do usuário em relação à utilização da plataforma por múltiplos usuários simultaneamente.

A afirmação avalia se o usuário encontrou problemas no sistema quando havia mais usuários usando a plataforma. Do total de participante 58,3% concordam que o sistema se comporta bem com mais usuários usando o sistema. A Figura 47 mostra os dados coletados. Porém, 33,4% discordam. Seria interessante estender a questão solicitando aos que responderam que discordam qual seria a causa do problema encontrado por eles.

Figura 47 - Múltiplos usuários.

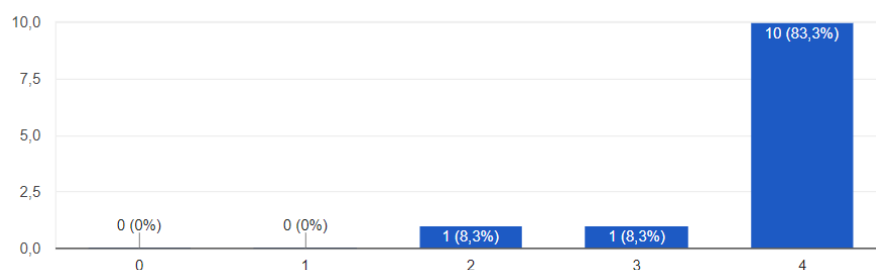


Usabilidade

A característica de Usabilidade foi abordada através de duas afirmações relacionadas a facilidade de uso e clareza no fornecimento de informações.

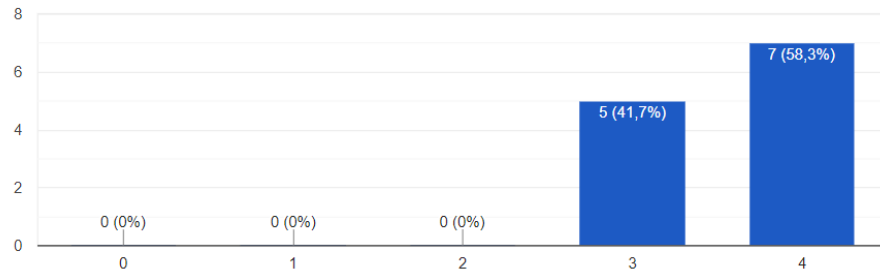
A primeira afirmação visa compreender se o usuário possui facilidade no uso da plataforma. Do total de respondentes, a maioria (83,3%) respondeu que Concorda totalmente que as funções são de fácil utilização, não havendo usuários que discordem, ou que possuem dificuldades (Figura 48).

Figura 48 - Facilidade no uso da plataforma.



A clareza de informações é fundamental. Assim, a segunda afirmação tem como objetivo verificar se as informações e documentos que a plataforma cria são apresentados com clareza para o usuário.

Figura 49 - Clareza nas informações e documentos.



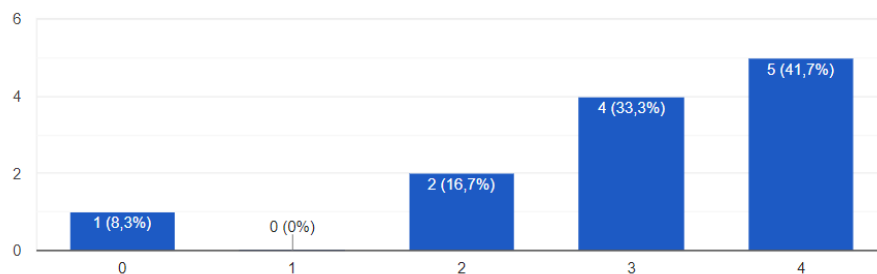
Note que na Figura 49 todos (58,3%) usuários Concordam totalmente ou Concordam (41,7%) que as informações são apresentadas de forma clara. Nenhum usuário discordou desta afirmação.

Confiabilidade

A Confiabilidade é uma das características da ISO consideradas fundamentais em sistemas web. Ela é observada através de três afirmações que abordam a ocorrência de falhas e a confiabilidade na disponibilização de informações.

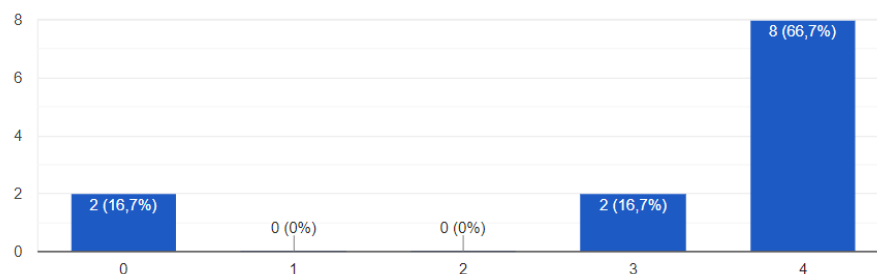
Com relação à ocorrência de falhas na plataforma, a maior parte (75%) dos participantes concorda totalmente ou concorda que a plataforma é estável e não possui falhas, como pode ser visto na Figura 50. Como a primeira afirmação desta característica foi realizada de forma genérica, as outras duas afirmações têm como objetivo obter mais detalhes relacionadas à percepção de confiabilidade da plataforma.

Figura 50 - Experiência de falhas na plataforma.



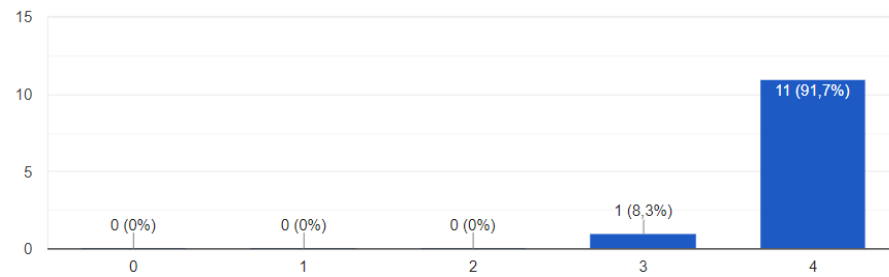
A segunda afirmação relaciona a navegação da plataforma mesmo que ocorra algum erro pontual. A maior parte (83,4%) concorda totalmente ou simplesmente concorda que é possível utilizar a plataforma mesmo após um erro pontual. Dos participantes, 16,7% discordam totalmente dessa afirmação (Figura 51).

Figura 51 - Navegação após possível erro pontual.



A terceira afirmação está relacionada à confiabilidade na disponibilização de informações na plataforma. Os dados coletados podem ser vistos na Figura 52.

Figura 52 - Confiabilidade para depósito de informações.

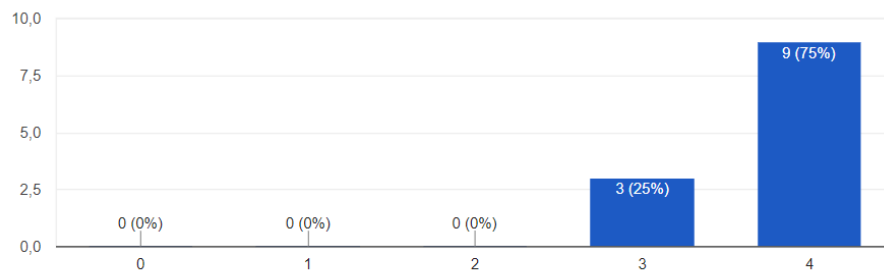


Todos os usuários Concordam totalmente ou Concordam que a plataforma é confiável. Eles podem ter percebido que foram implementados meios de segurança confiáveis protegendo o uso de informações, além de demonstrar que os usuários não observaram perdas de informações importantes geradas pelo sistema.

Segurança

A característica da ISO Segurança foi abordada através de uma afirmação. Como visto na Seção 2.4 existe um protocolo de acesso à plataforma para usuários. Somente usuários previamente aprovados, através de um *login* e senha, podem acessar a plataforma. Os perfis são separados por especialidade e perfil administrativo. Como há um processo de aprovação, a instituição deve realizar uma seleção minuciosa dos usuários que tem acesso às informações, restringindo, assim, a possibilidade da utilização de dados importantes de forma inapropriada.

Figura 53 - Controle de acesso às informações.

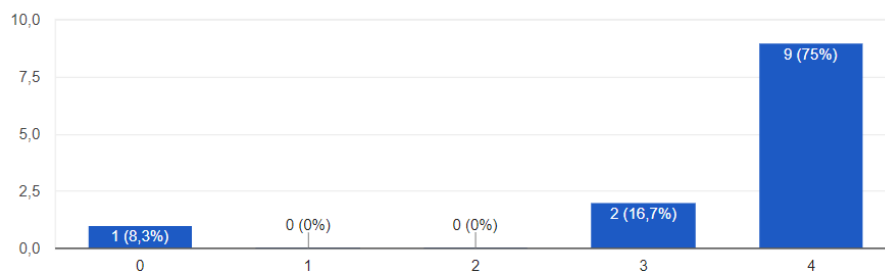


A Figura 53 mostra que todos usuários Concordam totalmente ou Concordam que há um controle de usuários que podem ter acesso as informações.

Manutenção

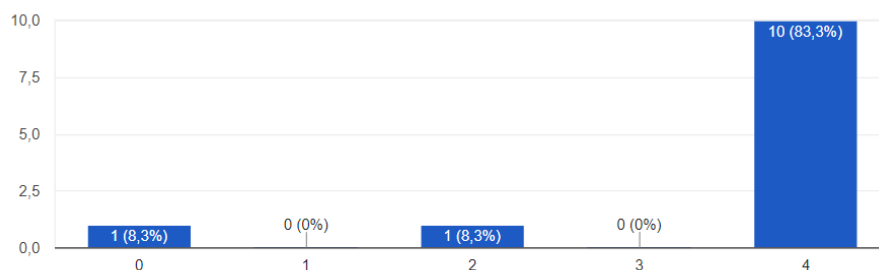
Duas afirmações estão relacionadas à característica da ISO Manutenção. A primeira observa se os usuários percebem as manutenções feitas no sistema, e se afetam informações disponibilizadas na plataforma. De acordo com a Figura 54, a maioria dos usuários Concorda totalmente ou simplesmente Concorda com a afirmação de que as manutenções não afetam seus dados. Porém, 8,3% Discorda totalmente. Seria necessário investigar como pode ter ocorrido essa perda de informação.

Figura 54 - Impacto da manutenções nos dados.



A segunda afirmação, relacionada a atualização da plataforma, verifica se o usuário observou problemas com as atualizações realizadas. A Figura 55 mostra que 83,3% dos participantes Concordam totalmente com a afirmação de que a atualização não causa problemas na plataforma, 8,3% Não concordam nem discordam e outros 8,3% Discordam totalmente. Esse fato corrobora que é necessário obter mais informações sobre a atualização e suas consequências.

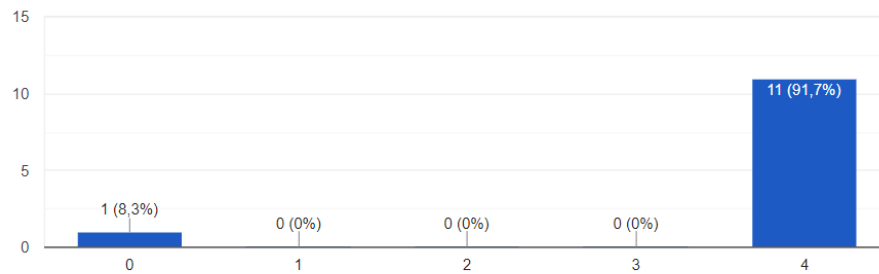
Figura 55 - Impacto das atualizações na plataforma.



Portabilidade

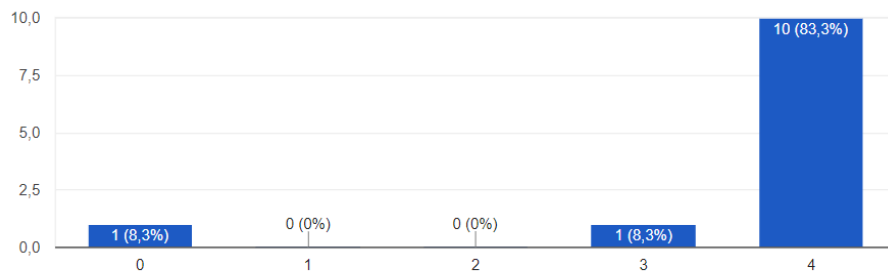
A característica da ISO Portabilidade foi avaliada considerando três afirmações que envolvem o sistema operacional, os navegadores e os dispositivos móveis. A primeira afirmação verifica se usuário conseguiu acessar a plataforma em diferentes sistemas operacionais e navegadores. A maioria dos usuários Concorde totalmente (91,7%) que é possível acessar a plataforma utilizando diferentes sistemas operacionais ou navegadores. Do total 8,3% discordam dessa afirmação.

Figura 56 - Acesso em diferentes sistemas operacionais e navegadores.



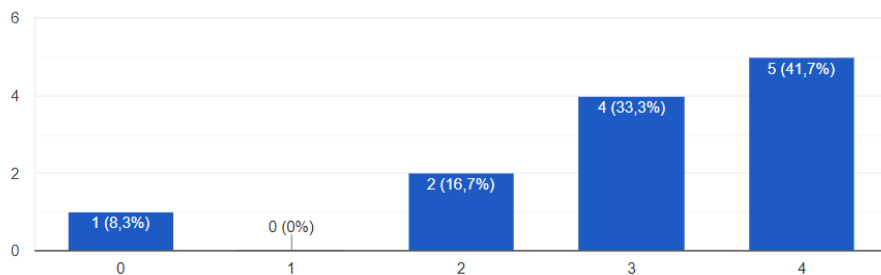
A segunda afirmação se refere às dificuldades que o usuário pode ter encontrado em utilizar a plataforma em diferentes sistemas operacionais e navegadores, se o uso foi adequado. A maioria dos participantes (83,3%) Concordam totalmente e 8,3% Concordam com essa afirmação, não houve problemas em diferentes plataformas computacionais, o uso foi adequado os diferentes sistemas operacionais e navegadores. Do total 8,3% discordam dessa afirmação.

Figura 57 - Diferentes sistemas operacionais e navegadores.



A terceira afirmação tem como objetivo observar se o usuário utilizou outro dispositivo além de um computador para acessar a plataforma. Do total de participantes 41,7% Concordam totalmente, 33,3% Concordam, 16,7% não Concordam nem discordam e outros 8,3% Discordam totalmente dessa afirmação. Podemos considerar que a maioria (75%) conseguiu acessar a plataforma de outros dispositivos, e conseqüentemente não encontraram problemas nesse acesso.

Figura 58 - Acesso em diferentes dispositivos.

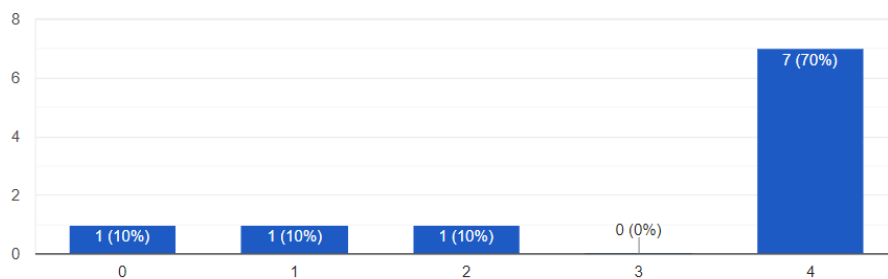


4.3 Parte 3 - NETGen

Essa seção aborda a parte três do questionário que contém as afirmativas relacionadas apenas a aplicação NETGen. A seguir são analisadas as treze afirmativas específicas do NETGen.

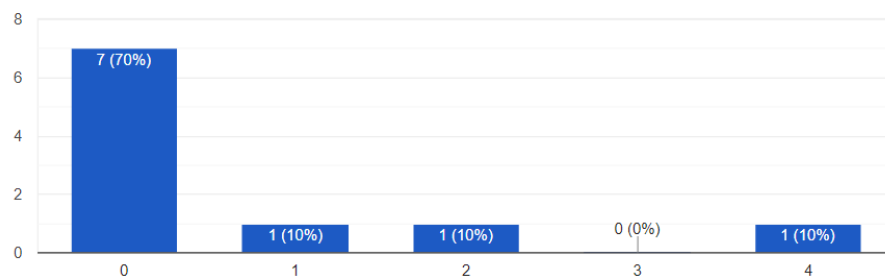
A afirmação "Eu acho que gostaria de usar o NETGen com frequência." avalia a experiência do usuário com a plataforma e o grau de satisfação do uso contínuo da plataforma após o primeiro contato. A Figura 59 indica que o grau de satisfação foi satisfatório para a maioria dos participantes 70%. Do restante 10% Não concordam nem discordam e outros 20% Discordam dessa afirmação.

Figura 59 - Uso contínuo da plataforma.



A afirmação "Eu acho o NETGen desnecessariamente complexo." observa a complexidade da plataforma na perspectiva do usuário, como a interface e fluxo das operações. A maioria dos participantes considera 80% considera que a aplicação não é complexa (Figura 60), sendo que 10% Não concordam nem discordam e 10% concordam.

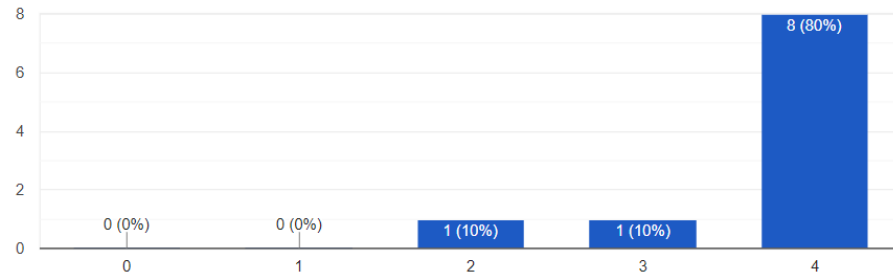
Figura 60 - Complexidade do NETGen.



A afirmação "Eu achei o NETGen fácil de usar." analisa a percepção do usuário na utilização do NETGen, se possui facilidade no uso. A maioria (90%) Concorda totalmente

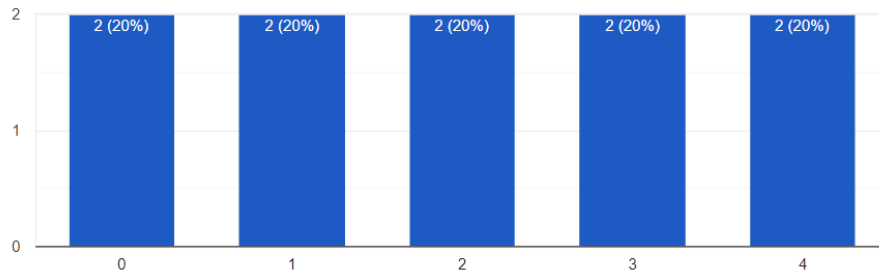
ou simplesmente Concorda que a aplicação é fácil de ser utilizada, como mostra a Figura 61. Apenas 10% Não concordam nem discordam dessa afirmação.

Figura 61 - Facilidade de uso.



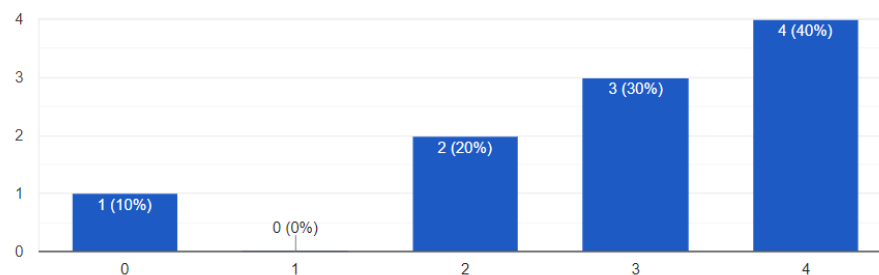
Considerando a afirmação "Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o NETGen." observamos que uma parte usuários 40% sentiram necessidade de maiores esclarecimentos sobre a funcionalidade da aplicação, apesar do manual *online* disponibilizado. A Figura 62 mostra que outros 40% dos participantes não tem essa necessidade e 20% Não concordam nem discordam dessa afirmação.

Figura 62 - Necessidade o auxílio externo.



Do total de participantes 70% Concorda totalmente ou simplesmente Concorda com a afirmação "Eu acho que as várias funções do NETGen estão muito bem integradas." Assim, a Figura 63 mostra que a maior parte dos usuários está satisfeita com a integração das funções do NETGen, sendo que 20% Não concordam nem discordam ou discordam totalmente e 10% discordam totalmente.

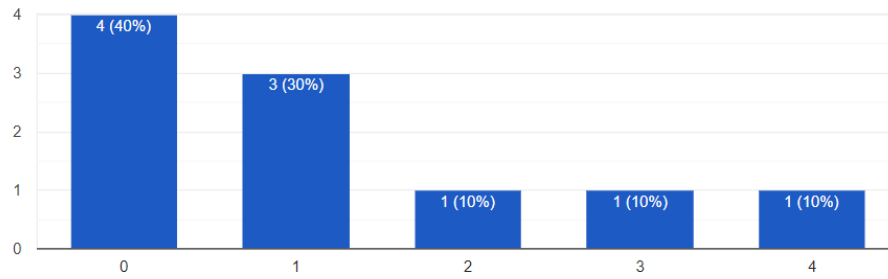
Figura 63 - Integração das funções do NETGen.



A afirmação "Eu acho que o NETGen apresenta muita inconsistência." está relacionada à observação de alguma inconsistência no NETGen. A Figura 64 mostra que o NETGen, para a maioria dos participantes 70% não apresenta inconsistência, uma vez que Discordam totalmente (40%) ou simplesmente Discordam (30%) dessa afirmação, restando 20% que Concordam em haver muita inconsistência.

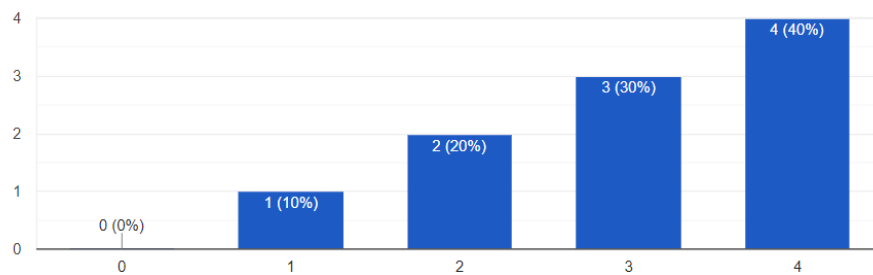
Com relação ao tempo de aprendizagem do uso da aplicação NETGen temos a afirmação "Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar o NETGen rapidamente."

Figura 64 - Experiência de inconsistência.



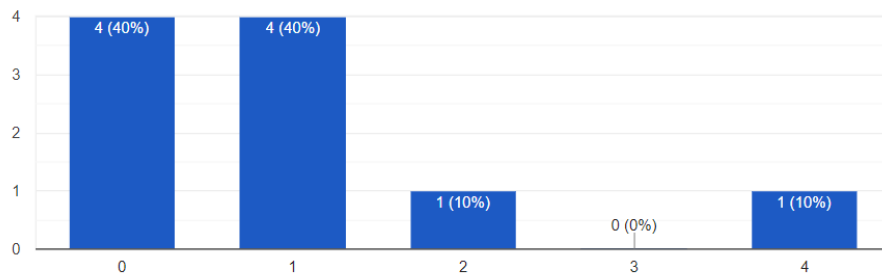
Na Figura 65 podemos observar que mais da metade (70%) dos participantes acreditam que é rápida a aprendizagem da aplicação, sendo que 40% Concordam totalmente e 30% Concordam com essa afirmação. E a menor parte 10% simplesmente Discorda, acreditando que a um curva de aprendizagem é lenta e 20% Não concorda nem discorda.

Figura 65 - Aprendizagem rápida.



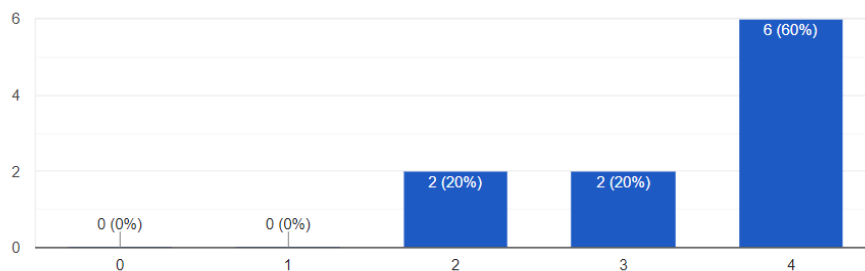
Na afirmação "Eu achei o NETGen difícil de usar." 40% Discordam totalmente e outros 40% Discordam que o NETGen é difícil de usar, apenas 10% Não concordam nem discordam da afirmação e outros 10% consideram difícil, porque Concordam totalmente (Figura 66).

Figura 66 - Dificuldade de uso.



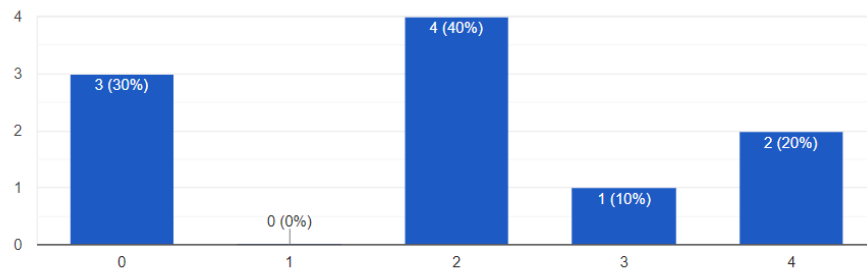
É importante conhecer se os usuários do NETGen possuem confiança na aplicação. A afirmação "Eu me senti confiante ao usar o NETGen." foi utilizada para essa finalidade. A Figura 67 mostra que o NETGen, além de ser de fácil utilização, transmite confiança, uma vez que 60% Concorda totalmente e outros 20% Concordam com a afirmação, sendo que outros 20% Não concordam nem discordam.

Figura 67 - Confiabilidade.



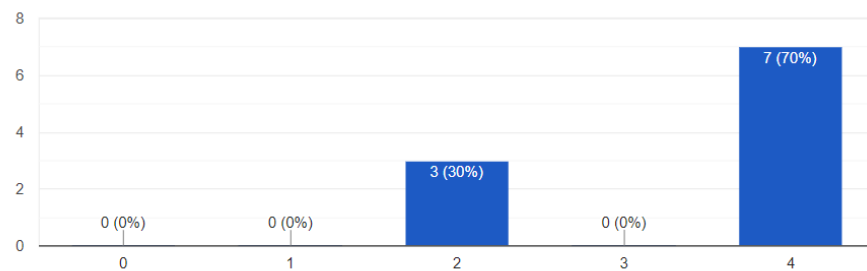
Outro fator importante para a disseminação da aplicação está relacionada a afirmação "Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o NETGen." A Figura 68 apresenta os resultados obtidos. Do total de participantes 30% consideram não precisar de conhecimentos adicionais, porque Discordam dessa afirmação. 40% Não concordam nem discordam, 10% Concorda e 20% Concordam totalmente com essa afirmação. Assim, uma parcela considerável (30%) reconhece a necessidade de aprender inúmeras funcionalidades antes de utilizar o sistema. Assim como, uma parte igual (30%) dos usuários considera desnecessário um conhecimento prévio para utilizar o sistema. Porém, quase metade dos participantes se manteve neutra (40%). Essa afirmativa, assim como a que considera a necessidade de conhecimentos técnicos, querer do usuário conhecido prévio de Biologia, que não pode ser solucionado a curto prazo através de manuais, como no caso dos conhecimentos técnicos.

Figura 68 - Necessidade de aprendizado.



A utilidade da aplicação NETGen é avaliada pela afirmação "Eu achei o NETGen útil.". Como a Figura 69 mostra 70% dos usuários Concordam totalmente que o NETGen é uma aplicação útil e 30% Não concordam nem discordam.

Figura 69 - Utilidade da aplicação NetGen.



Outro fator importante na percepção dos usuários é abordado na afirmação "Eu achei o NETGen eficaz.". A partir da Figura 69 observamos que 70% dos usuários Concordam totalmente que o NETGen é eficaz, 20% Não concordam nem discordam e 10% Discordam dessa afirmação.

Finalizamos com a expectativa do usuário abordada na afirmação "O NETGen preencheu minha expectativa.". Como pode ser visto na Figura 71 observamos que 60% Concordam totalmente, 10% Concordam, 20% Não concordam nem discordam e 10% Discordam totalmente. Sendo assim, a maioria dos usuários (70%) teve suas expectativas atendidas, indicando a importância da aplicação NETGen.

Figura 70 - Aplicação é eficaz.

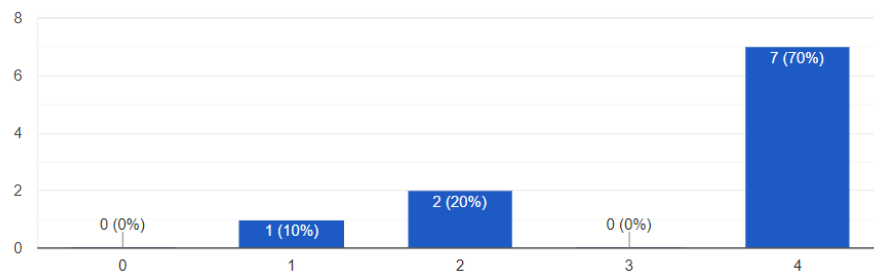
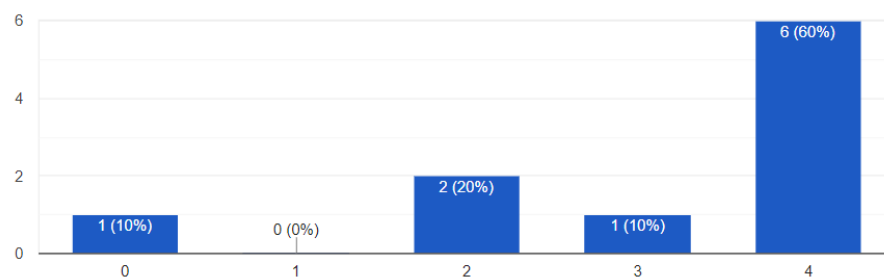


Figura 71 - Preencheu suas expectativas.

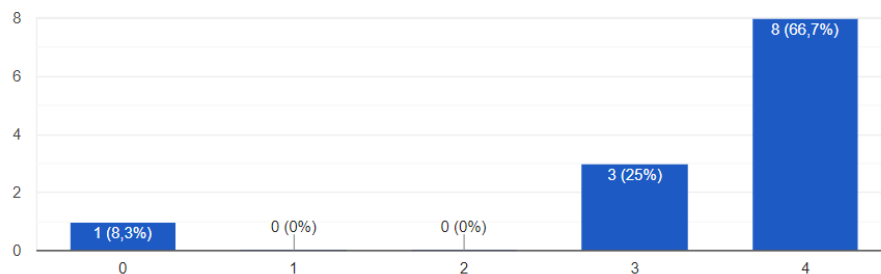


4.4 Parte 4 - CurSystem

Essa seção aborda a parte quatro do questionário que contém as afirmativas relacionadas apenas a aplicação CurSystem. A seguir são analisadas as treze afirmativas específicas do CurSystem. Essas afirmativas são similares as realizadas com o NETGen.

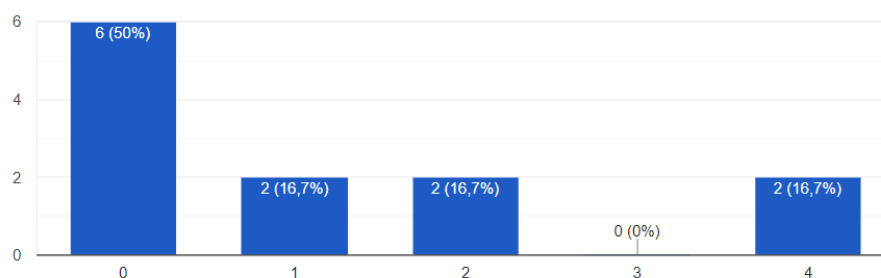
A primeira afirmação "Eu acho que gostaria de usar o CurSystem com frequência." avalia a experiência do usuário com a aplicação e o seu grau de satisfação relacionado ao uso contínuo. Como pode ser visto na Figura 72 91,7% dos participantes estão satisfeitos, porque ou Concordam totalmente (66,7%) ou Concordam (25%). O restante 8,3% Discordam dessa afirmação.

Figura 72 - Uso contínuo da plataforma.



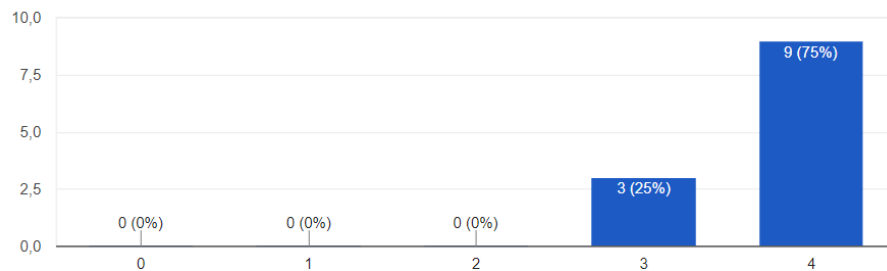
A complexidade da aplicação CurSystem é abordada pela afirmação "Eu acho o CurSystem desnecessariamente complexo.". Através da Figura 73 observamos que na perspectiva do usuário, considerando a interface e fluxo das operações, 66,7% do total de participantes ou Discorda totalmente (50%) ou simplesmente Discorda (16,7%) que o sistema seja complexo. Considerando o restante dos participantes 16,7% Não concordam nem discordam e outros 16,7% Concordam totalmente que o CurSystem é complexo.

Figura 73 - Complexidade do Cursystem.



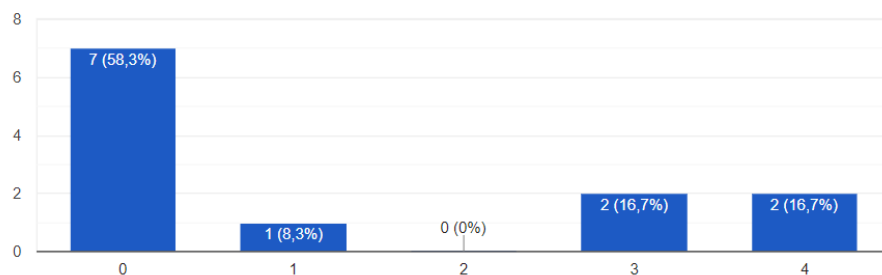
A afirmação "Eu achei o CurSystem fácil de usar." observa a percepção do usuário com relação à facilidade no uso. Do total de participantes 75% Concorda totalmente e 25% simplesmente Concorda que a aplicação é fácil de ser utilizada, como mostra a Figura 74. Os usuários de forma unânime consideram o CurSystem uma aplicação fácil.

Figura 74 - Facilidade no uso.



Na afirmação "Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o CurSystem." observamos, na Figura 75, que a maioria (66,6%) ou Discorda totalmente (58,3%) ou simplesmente Discorda (8,3%) dessa afirmação. Os outros participantes ou Concordam totalmente (16,7%) ou simplesmente Concordam (16,7%) indicando que precisariam de auxílio técnico para utilização do CurSystem.

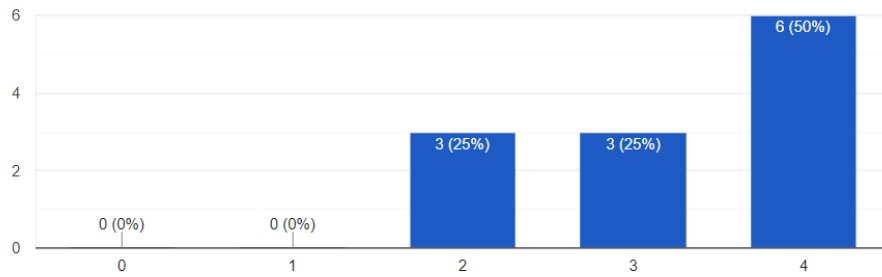
Figura 75 - Necessidade o auxílio.



Considerando a integração de funções, afirmamos que "Eu acho que as várias funções do CurSystem estão muito bem integradas.". A Figura 76 mostra que do total de participantes 75% Concorda totalmente (50%) ou simplesmente Concorda (25%) com a afirmação e outros 25% Não concordam nem discordam. Dessa forma, podemos considerar que os usuários estão satisfeitos com a integração das funções do CurSystem.

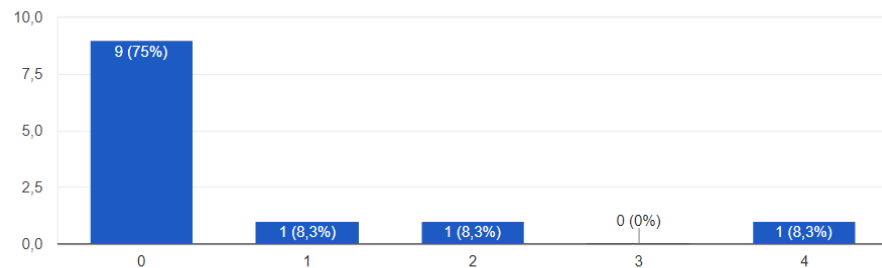
"Eu acho que o CurSystem apresenta muita inconsistência." é a afirmação relacionada a inconsistências observadas pelos usuários. A Figura 64 mostra que o CurSystem

Figura 76 - Integração das funções.



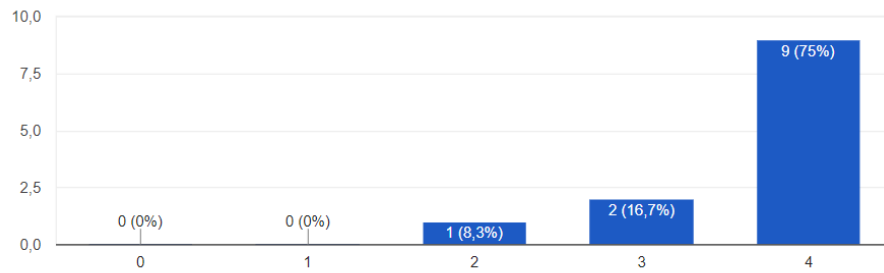
para a maioria dos usuários (83,3%) não apresenta inconsistências, onde 75% Discordam Totalmente e 8,3% Discordam dessa afirmação, restando 8,3% que Não concordam nem discordam e outros 8,3% que Concordam totalmente que existe muita inconsistência.

Figura 77 - Experiência de inconsistência.



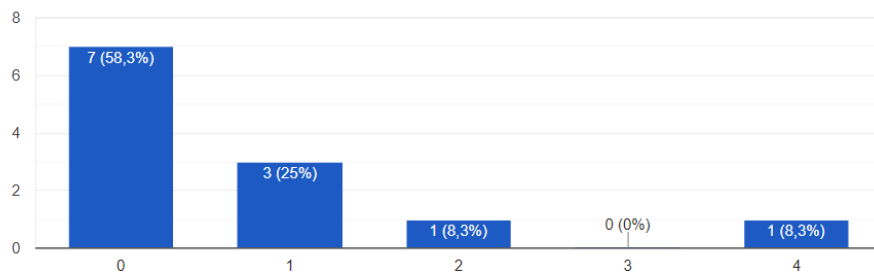
A afirmação "Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar o CurSystem rapidamente." é relacionada ao tempo gasto no processo de aprendizagem de uso da aplicação CurSystem. Na Figura 78 podemos observar que a maior parte dos usuários (91,7%) acredita que processo de aprendizagem de uso do CurSystem é rápido, onde 75% dos participantes Concordam totalmente e 16,7% Concordam com essa afirmação. Uma pequena parte (8,3%) Não concorda nem discorda.

Figura 78 - Aprendizagem rápida.



A Figura 79 mostra a opinião dos usuários relacionada a afirmação "Eu achei o CurSystem difícil de usar.". Do total de participantes 83,3% respondeu que discordam que o CurSystem é difícil de usar, sendo 58,3% Discordo totalmente e 25% Discordo. Apenas 8,3% (Concordam totalmente) dos usuários consideram difícil de usar e outros 8,3% Não concordam nem discordam da afirmação.

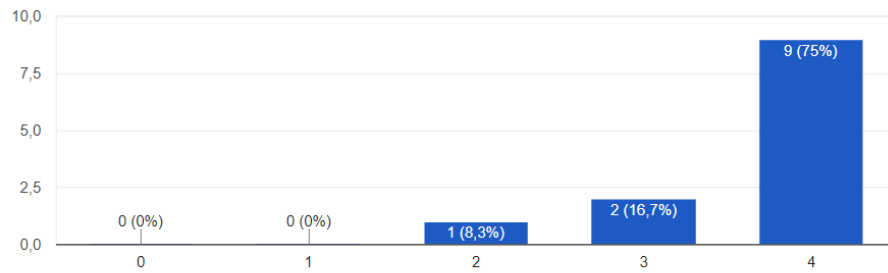
Figura 79 - Dificuldade de uso.



A afirmação "Eu me senti confiante ao usar o CurSystem." é usada para conhecer se os usuários possuem confiança na aplicação. A Figura 67 mostra que o CurSystem para a maioria (91,7%) dos usuários é confiável. O CurSystem transmite confiança para 75% que Concorda totalmente e 16,7% que Concordam com a afirmação, sendo que uma pequena parcela 8,3% Não concorda nem discorda.

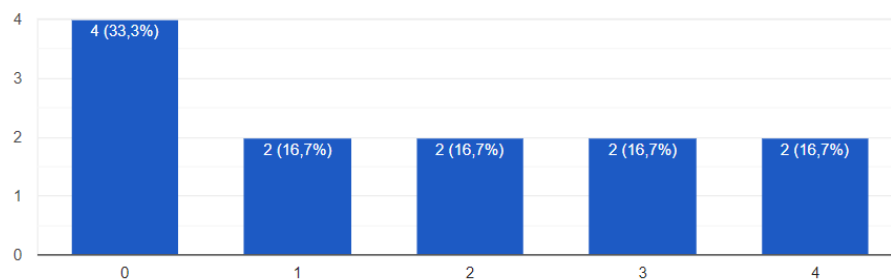
Da mesma forma que para o NETGen é importante, para a aplicação CurSystem também é fundamental a disseminação entre especialistas. A afirmação "Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o CurSystem." analisa o esforço do usuário antes do uso. A Figura 81 apresenta os resultados obtidos. A maior parte (33,3%) dos usuários Discorda totalmente ou (16,7%) apenas Discorda com a necessidade de aprendizagem de novas funcionalidades antes do uso do sistema, representando 50% dos usuários. Não concordam nem discordam foram 16,7% dos usuários, e a mesma porcentagem para

Figura 80 - Confiabilidade.



Concordo e Concordo totalmente com essa afirmação. Essas porcentagens mostram que praticamente 33,3% reconhece a necessidade de um conhecimento prévio para utilizar o sistema. Acreditamos que o equilíbrio entre as opiniões dos usuários se deve ao fato da utilização do sistema depender de algum conhecimento prévio em Biologia e estar familiarizado com aplicativos web.

Figura 81 - Necessidade de aprendizado.



A afirmação "Eu achei o CurSystem útil." avalia a utilidade da aplicação. Como a Figura 82 mostra 91,6% dos usuários ou Concordam totalmente (83,3%) ou Concordam (8,3%) o CurSystem é uma aplicação útil. Uma pequenas porcentagem 8,3% deles Não concorda nem discorda dessa afirmação.

Outro fator importante na percepção dos usuários é abordado na afirmação "Eu achei o CurSystem eficaz.". A partir da Figura 83 observamos que 91,7% dos usuários Concordam totalmente (66.7%) ou Concordam (25%) que o NETGen é eficaz, somente 8,3% Não concordam nem discordam dessa afirmação.

Figura 82 - Utilidade da aplicação CurSystem.

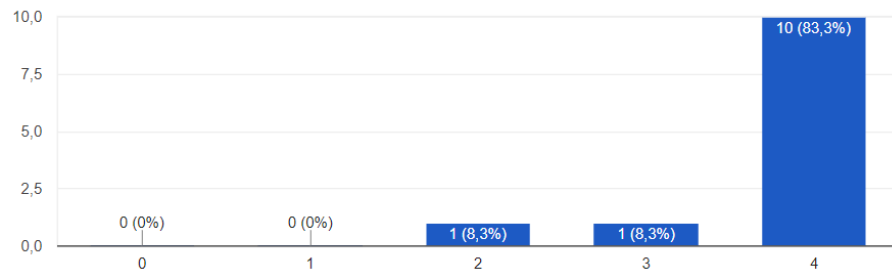
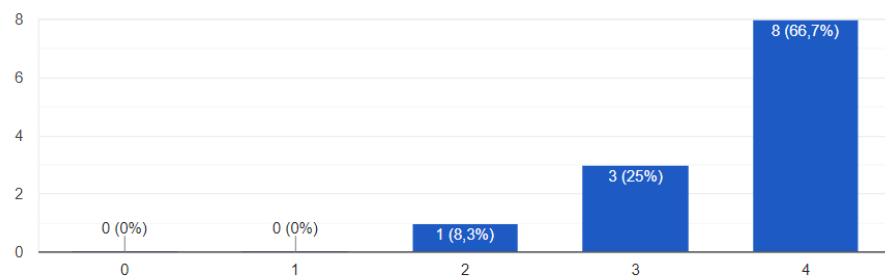
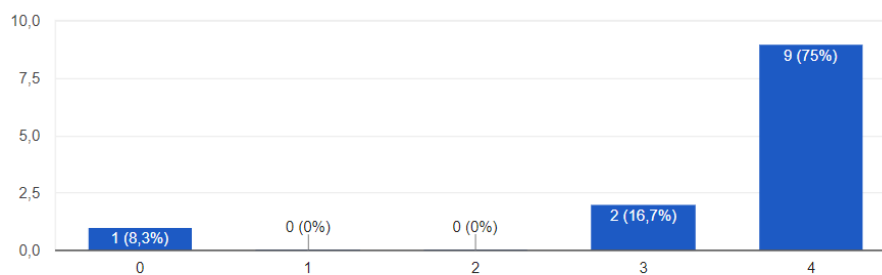


Figura 83 - Aplicação eficaz.



A expectativa do usuário abordada na afirmação "O CurSystem preencheu minha expectativa.". Como pode ser visto na Figura 84 observamos que 75% Concordam totalmente, 16,7% Concordam e 8,3% Discordam totalmente. Sendo assim, a maioria dos usuários (91,7%) teve suas expectativas atendidas, indicando a importância da aplicação CurSystem.

Figura 84 - Preencheu suas expectativas.



CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho foi realizado o *re-design* da interface e funcionalidades da plataforma WEB de análise de bactérias multirresistentes composta pelas aplicações NETGen e CurSystems. Além disso, validamos e avaliamos a usabilidade da plataforma WEB observando o nível de melhoria de usabilidade obtido.

A nova proposta permite a expansão para a comunidade internacional considerando que a plataforma está disponibilizada, também, em língua inglesa. Para facilitar os usuários, a plataforma incluiu a possibilidade de acesso a um tradutor de texto de uso aberto.

A avaliação foi baseada na a norma ISO/IEC 25010 com consulta aos usuários através de questionários. Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética, com identificação CAAE: 37435320.1.0000.5282 em outubro de 2020.

Foi aplicado um questionário dividido em quatro partes. A primeira considerou o perfil dos respondentes, como formação, faixa etária, identidade de gênero entre outras informações. As demais partes do questionário coletam a opinião dos usuários relacionadas a usabilidade da plataforma.

Através das características ISO observamos que as percepções dos usuários foram bastante satisfatórias em todos os pontos observados.

A maioria considera o uso da plataforma em suas pesquisas. Porém, as afirmações onde foram consideradas a curva de aprendizagem demonstraram que a maioria dos usuários concorda que há necessidade de aprendizagem prévia, uma vez que para utilização da plataforma, tanto a aplicação NETGen quando a aplicação CurSystem tem como premissa conhecimento na área de Biologia. Além de alguns deles precisarem de auxílio técnico, mesmo com a disponibilidade de manuais *online*.

A partir dos resultados obtidos, percebemos que o NETGen e o CurSystem são consideradas aplicações confiáveis, de fácil entendimento, intuitivas e funcionais, de acordo com as opiniões dos participantes.

Por fim, esperamos que este trabalho possa contribuir com os centros de pesquisas demonstrando que a existência do NETGen e CurSystem úteis e não exigem custo financeiro. A plataforma de análise de bactérias multirresistentes possui código aberto e que podem auxiliar enormemente na construção de redes metabólica de bactérias.

É importante ressaltar que o uso da aplicação CurSystem pode ser estendido para outros contextos que necessitam de curadoria, com troca de informações entre especialistas de forma assíncrona.

Como trabalhos futuros pretendemos simplificar os questionários nos quais nos baseamos para a avaliação de usabilidade. Uma possível suposição é que alguns usuários consideraram muito longo o questionário, e que perderiam um tempo precioso nessa pesquisa.

Especialistas de áreas fora da Ciência da Computação podem desconhecer a relevância de um retorno relativo a suas percepções de usabilidade.

Além disso, pretendemos continuar com as manutenções adaptativas, corretivas e evolutivas para aprimorar a usabilidade da plataforma, diversificando o seu uso de acordo com as necessidades dos especialistas.

REFERÊNCIAS

- AHMED, Khawar; UMRYSH, Cary. *Developing Enterprise Java Applications with J2EE and UML*. 1a.. ed. [S.l.]: Addison-Wesley, 2002. ISBN 0201738295.
- ALBINO, João et al. Design de interfaces para web baseados no sistema de grade do bootstrap 3. COPEC, 2015.
- ANDRADE, Jeann. *Avaliação de Processos de Software em Ambientes de Desenvolvimento de Software Orientados a Organização*. 2005. Monografia (Master's thesis) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- ANVISA. [S.l.]: Bol.inf., 2014. Segurança do Paciente e Qualidade em Serviços de Saúde.
- ARAUJO, A. C. I. C. *Apoio ao design e à interpretação de modelos de interação humano-computador representados em MoLIC*. 2008. Monografia (Master's thesis) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, March 2008.
- ASCENCIO, Ana Fernanda Gomes; CAMPOS, Edilene Aparecida Veneruchi de. *Fundamentos da programação de computadores: algoritmos, Pascal, C/C++ e Java*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008. OCLC: 319216929. ISBN 978-85-7605-148-0.
- BARBOSA, Simone D. J. *Interação Humano-computador*. [S.l.]: Elsevier, 2010.
- BARBOSA, S. D. J.; PAULA, M. G. Designing and evaluating interaction as conversation: a modeling language based on semiotic engineering. *Interactive Systems. Design, Specification, and Verification. 10th DSV-IS Workshop, Funchal, Madeira Island (Portugal)*, p. 16–33, junho 2003.
- BARNES, R et al. *Deprecating Secure Sockets Layer Version 3.0*. 2015. Disponível em: <https://tools.ietf.org/html/rfc7568>. Acesso em: 02 nov. 2019.
- BARTELL, JA et al. Reconstruction of the metabolic network of pseudomonas aeruginosa to interrogate virulence factor synthesis. *Nature Communications*, março 2017.
- BASIL, Victor. *Software modeling and measurement: The goal/question/metric paradigm*. University of Maryland, 1992.
- BIGG Models. 2020. Disponível em: <http://bigg.ucsd.edu/>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- BOOTSFACES: the next-gen JSF Framework based on Bootstrap. 2020. Disponível em: <https://www.bootsfaces.net/>. Acesso em: 20 set. 2020.
- BRADLEY, Steven. *How to maintain hierarchy through content choreography*. Smashing Media GmbH, abril 2013.
- BRENDA enzyme database. 2019. Disponível em: <http://www.brenda-enzymes.org/index.php>. Acesso em: 09 ago. 2019.
- BROOKE, John. *Sus: a quick and dirty usability scale*. *Usability Evaluation in Industry*, 1986.

- CALABRESE, Julieta et al. Assistant for the evaluation of software product quality characteristics proposed by iso/iec 25010 based on gqm-defined metrics. *Computer Science - CACIC*, 2018.
- CISCO Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update 2014–2019. 2015. Disponível em: http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/serviceprovider/visual-networking-index-vni/white_paper_c11-520862.html. Acesso em: 05 ago. 2015.
- COPELAND, B et al. Computational tools for metabolic engineering. *Metab Eng*, maio 2012.
- DEITEL, Harvey; DEITEL, Paul. *Java: Como Programar*. 6a.. ed. [S.l.]: Prentice-Hall, 2005. ISBN 8576050196.
- DRAGER, Andreas et al. Jsbnl: a flexible java library for working with sbml. *Bioinformatics*, agosto 2011.
- EBRAHIM, Ali et al. Cobrapy: Constraints-based reconstruction and analysis for python. *BMC Systems Biology*, agosto 2013.
- EELES, Peter. *The FURPS+ System for Classifying Requirements*. 2005. Disponível em: <https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/4706.html#N100A1>. Acesso em: 04 mar. 2021.
- FEGHHI, Jalal; WILLIAMS, Peter. *Digital Certificates: Applied Internet Security*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 1998. ISBN 0201309807.
- FIRDAUS, Thoriq. *Responsive Web Design by Example : Beginner's Guide - Second Edition*. [S.l.]: PACKT, 2014. ISBN 9781783553259.
- GARRETT, Jesse. *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond*. 2a.. ed. [S.l.]: New Riders, 2010. ISBN 0321683684.
- GARRIDO, Alejandra; ROSSI, Gustavo; DISTANTE, Damiano. Refactoring for usability in web applications. *IEEE Software*, IEEE, v. 28, n. 3, p. 60–67, maio 2011.
- GONÇALVES, Edson. *Desenvolvendo Aplicações Web com JSP, Servlets, JavaServer Faces, Hibernate, Ejb 3 Persistence e Ajax*. 1a.. ed. [S.l.]: Ciência Moderna, 2007. ISBN 8573935723.
- HAROLD, Elliotte. *JavaMail API: Sending and Receiving Email with Java*. 1a.. ed. [S.l.]: O'Reilly Media, 2013. ISBN 1449367240.
- HEDLEY, Jonathan. *jsoup: Java HTML Parser. Cookbook*. 2019. Disponível em: <https://jsoup.org/cookbook/>. Acesso em: 02 jan. 2020.
- HELLER, Eva; SILVA, Maria. *Psicologia das cores*. 1a.. ed. [S.l.]: Editora Gustavo Gili, 2012. ISBN 8565985075.
- HENRY, Christopher et al. High-throughput generation, optimization and analysis of genome-scale metabolic models. *Nature Biotechnology*, agosto 2010.

HUCKA, M. et al. The systems biology markup language (sbml): a medium for representation and exchange of biochemical network models. *Bioinformatics*, março 2003.

INTERNATIONAL Standard, Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality Models, International Standard ISO/IEC 25010. 2011. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/35733.html>. Acesso em: 03 abr. 2020.

ISO 25000 software and data quality. 2011. Disponível em: <https://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010?limit=3&limitstart=0>. Acesso em: 03 abr. 2020.

ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model. 2001. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/22749.html>. Acesso em: 03 abr. 2020.

ISO/IEC 9126:1991 Software engineering — Product quality. 1991. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/16722.html>. Acesso em: 03 abr. 2020.

KEGG: Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes. 2019. Disponível em: <http://www.kegg.jp>. Acesso em: 09 ago. 2019.

LIKERT, Rensis. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 1932.

LOPES, Adriana et al. Utilizando modelagem de interação para projetar uma aplicação móvel multiusuário: Um relato de experiência. *XV Simpósio Brasileiro de Sistemas Colaborativos*, outubro 2016.

MCCALL, Jim; RICHARDS, Paul; WALTERS, F. Factors in software quality. General Electric Company, 1977.

MCENTYRE, Jo; OSTELL, Jim. *The NCBI Handbook. Bethesda (MD)*. 2002. National Center for Biotechnology Information (US). Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21101>. Acesso em: 08 abr. 2020.

MIRANDA, Gustavo; MARQUES, Daniela. Análise comparativa entre ferramentas de desenvolvimento de aplicativos móveis multiplataforma utilizando características da iso/iec 25010 por meio da implementação de um cenário pré-definido. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de São Paulo, 2019.

MITNICK, Kevin. *The Art of Deception*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2002. ISBN 076454280X.

MORVILLE, Peter; ROSENFELD, Louis. *Information Architecture for the World Wide Web*. 3a. ed. [S.l.]: O'Reilly Media, 2006. ISBN 0596527349.

NIELSEN, Jakob; LANDAUER, Thomas K. A mathematical model of the finding of usability problems. *Proceedings of ACM INTERCHI'93 Conference*, 1993.

NOVÈRE, Nicolas et al. Biomodels database: a free, centralized database of curated, published, quantitative kinetic models of biochemical and cellular systems. *Nucleic Acids Research*, janeiro 2006.

OBERHARDT, MA et al. Genome-scale metabolic network analysis of the opportunistic pathogen *Pseudomonas aeruginosa* PAO1. *J Bacteriol*, abril 2008.

OLIVEIRA, Chaiene. *Avaliação da Qualidade de Sistema de Telecardiologia: Um Estudo de Caso do Sistema Integrado Catarinense de Telemedicina e Telessaúde*. 2016. Monografia (Monografia) — Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2016.

OMS. *La OMS publica la lista de las bacterias para las que se necesitan urgentemente nuevos antibióticos*. 2017. Disponível em: <https://www.who.int/es/news-room/detail/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed>). Acesso em: 21 abr. 2020.

ORTH, Jeffrey; THIELE, Ines; PALSSON, Bernhard. What is flux balance analysis? *Nature Biotechnology*, março 2010.

PESQUISA sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros - TIC Domicílios 2018. NIC.BR / CETIC.BR, outubro 2019.

PRATES, Raquel; DINIZ, Simone; BARBOSA, Simone. Avaliação de interfaces de usuário – conceitos e métodos. CSBC, janeiro 2003.

PRESSMAN, Roger. *Engenharia De Software*. 7a.. ed. [S.l.]: AMGH, 2011. ISBN 8563308335.

PSEUDOMONAS GenomeDB (PseudoCAP). 2019. Disponível em: <http://www.pseudomonas.com>). Acesso em: 09 ago. 2019.

QIAN, K. et al. *Desenvolvimento Web Java*. 1a.. ed. [S.l.]: LTC, 2010. Rio de Janeiro, Brasil. ISBN 8521617453.

RAMOS, Thiago Giannini. 2018. Reconstrução da Rede Metabólica da *Pseudomonas Aeruginosa* CCBH 4851. Dissertação de mestrado - Fiocruz.

SILVA, B. S. *MoLIC Segunda Edição: revisão de uma linguagem para modelagem da interação humano-computador*. 2005. Monografia (Master's thesis) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SILVA, Bruno S. da; BARBOSA, Simone D. J. 2007. Designing Human-Computer Interaction With MoLIC Diagrams – A Practical Guide. Monografia em Ciência da Computação - PUC-Rio.

SOUZA, Clarisse Sieckenius de. *The Semiotic Engineering of Human-Computer Interaction*. [S.l.]: Mit Press, 2005. ISBN 9780262527095.

THIELE, Ines; PALSSON, Bernhard. A protocol for generating a high-quality genome-scale metabolic reconstruction. *Nature Protocols*, janeiro 2010.

VITAL-LOPEZ, FG; REIFMAN, J; WALLQVIST, A. Biofilm formation mechanisms of *Pseudomonas aeruginosa* predicted via genome-scale kinetic models of bacterial metabolism. *PLoS Comput Biol*, outubro 2015.

WEISS, Mark. *Data Structures and Algorithm Analysis in Java*. 3a.. ed. [S.l.]: Pearson, 2011. ISBN 0132576279.

APÊNDICE A – Manual de ajuda

Como suporte para facilitar o uso do software foi implementada a tela de ajuda. Isso se tornou necessário para apresentar o conhecimento de uma maneira mais intuitiva, com o uso de imagens e exemplos, e não em documentos com extensão pdf apartados como a versão anterior. A seguir é exibido na íntegra o manual disponível nos sistemas.

Ajuda

Atualmente a plataforma está num servidor do Programa de Computação Científica do Instituto Oswaldo Cruz e pode ser acessada através dos seguintes *links*:

- <https://pseudomonas.procc.fiocruz.br:8185/netgen>
- <https://pseudomonas.procc.fiocruz.br:8185/CurSystem>

O usuário para conectar-se aos sistemas deve acessar a tela, representada na Figura 85, de “Acesso ao sistema”, utilizando *login* e senha. O *login* e a senha serão disponibilizados após a aprovação do cadastro, realizado pelo próprio usuário e aprovado pelo gestor da plataforma. Ambos NETGen e CurSystem possuem telas de acesso similares, como pode ser visto na Figura 86. Note que a Figura 85 mostra as telas iniciais nas versões de língua portuguesa e inglesa. Todas as telas mostradas daqui em diante possuem versões em português e inglês.

Ao acessar o sistema, por *login* e senha, o usuário visualizará a tela inicial do sistema que escolheu acessar.

Na tela inicial estão disponibilizados os botões/ícones que são: Ajuda, Idioma, Entrar, Requisitar novo cadastro.

A Figura 87 mostra a tela de cadastro do sistema NETGen. O *login* e a senha serão disponibilizados após a aprovação do cadastro, realizado pelo próprio usuário, e posterior aprovação pelo gestor da plataforma.


Após realizar o *login*, o sistema NETGen apresenta o assistente que auxilia na configuração e definição das informações do modelo de rede metabólica. A Figura 88 demonstra a tela “Nova reconstrução”.

O Menu superior, desta tela, habilita as demais funcionalidades do sistema. A opção “Usuários” realiza a manutenção de usuários, como adicionar usuário ou editar um existente. A opção “Reconstrução” inicia uma nova reconstrução de rede metabólica. Através da opção com o nome do usuário podem ser ajustados os próprios dados cadastrais, como senha ou sair da aplicação. A opção “Ajuda” exhibe o manual do sistema. Por último, a opção “*Language*” permite mudar a linguagem do sistema.

Figura 85 - Acesso ao sistema – telas do sistema CurSystem.

The image displays two screenshots of the CurSystem login interface. The top screenshot is in Portuguese, and the bottom is in English. Both screenshots show a login form with fields for 'Usuário ou E-mail' and 'Senha', an 'Entrar' button, and a link to 'Requisitar novo cadastro'. The interface includes a header with the CurSystem logo and a language selection menu. The main content area features a large heading and a descriptive paragraph about the platform's purpose.

Top Screenshot (Portuguese):

- Header: CurSystem logo, Ajuda, Language -
- Language dropdown: Portuguese, English
- Logo: 
- Text: **Computational Modeling of Multidrug-resistant Bacteria** RESEARCH GROUP
- Section Header: **Criado para pesquisadores**
- Description: O CurSystem é uma plataforma de curadoria criada para reunir especialistas. Uma ferramenta de fácil uso e acesso, onde o principal objetivo é discutir e refinar redes metabólicas geradas pela ferramenta NetGen.
- Form: 'Usuário ou E-mail' field, 'Senha' field, 'Entrar' button.
- Links: 'Ainda não é cadastrado?' and 'Requisitar novo cadastro'.

Bottom Screenshot (English):


- Header: CurSystem logo, Help, Idioma -
- Logo: 
- Text: **Computational Modeling of Multidrug-resistant Bacteria** RESEARCH GROUP
- Section Header: **Build for researchers**
- Description: CurSystem is a curation platform created especially for gathering specialists. An easy-to-use and accessible tool where the main objective is to discuss and refine metabolic networks generated by the NetGen tool.
- Form: 'Username or email' field, 'Password' field, 'Sign in' button.
- Links: 'Don't you have an account yet?' and 'Request a new account!'.

Figura 86 - Menu - Acesso ao sistema – tela do sistema NETGEN.

NetGen

Ajuda Language

Computational Modeling of Multidrug-resistant Bacteria
RESEARCH GROUP

A ferramenta de reconstrução

O NetGEN é uma ferramenta para realizar reconstruções de redes metabólicas de bactérias. Ele propõe uma metodologia assistida na qual o usuário inicia a partir de uma anotação genômica no formato GBK.

Usuário ou E-mail

Senha

Entrar

Ainda não é cadastrado?

[Requisitar novo cadastro](#)

A parte central da tela inicial apresenta o assistente de configuração e definição das informações do modelo de rede metabólica, São necessárias três etapas, descritas a seguir, para a execução reconstrução.

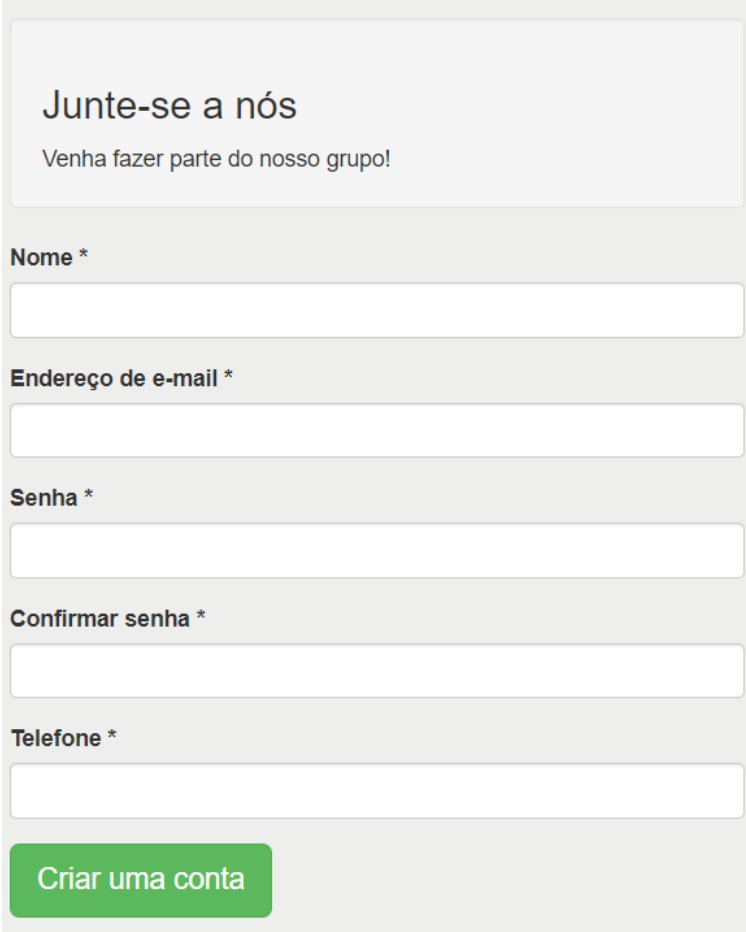
Na Etapa 1, denominada Informações Iniciais, deve ser definido o título do modelo da rede, número de versionamento, nome do arquivo SBML de saída, se vai existir a inferência de genes (escolha manual), qual o arquivo de anotação no formato GBK será feito o envio para o sistema, e o qual o arquivo do modelo (formato SBML) de referência será utilizado para envio também para o sistema.

A "Inferência" é realizada na Etapa 2. Se na Etapa 1 foi marcado "Inferir genes?", essa etapa apresentará uma lista de reações (GPR) carregadas a partir do SBML do modelo de referência. É possível escolher quantas reações estiverem disponíveis na lista, essas serão forçadas como entrada no novo modelo da reconstrução.

A Etapa 3 é a de "Confirmação". Nela é possível conferir todas as configurações definidas nas etapas anteriores. O botão "Iniciar" permite o início da execução da reconstrução, que é realizada em segundo plano (processo executado em modo silencioso) no sistema.

A Figura 88 mostra a aba com o *layout* da etapa "Informações Iniciais", onde os arquivos que são escolhidos para a reconstrução são transferidos para o sistema. Na existência de arquivos com os mesmos nomes o sistema os substitui imediatamente pelos novos arquivos escolhidos.

Figura 87 - Tela de Cadastro – NETGen.



Junte-se a nós
Venha fazer parte do nosso grupo!

Nome *

Endereço de e-mail *

Senha *

Confirmar senha *

Telefone *

Criar uma conta

Figura 88 - Nova Reconstrução – Informações Iniciais.

Nova reconstrução

Use o formulário abaixo para informar os dados da reconstrução. No final, ao submeter, o sistema irá gera a rede em segundo plano!

Informações Iniciais Inferência Confirmação

Id
1

Nome
Thiago Giannini Ramos

Endereço de e-mail
gianninimail@gmail.com

Título da Reconstrução
Reconstrucao completa

Versão da Reconstrução
1

Nome do SBML de saída
CCBH4851_v1.xml

Tabela De(NBCI)/Para(PA) para IDs
tabelaNCBI.txt

Inferir genes?

Selecione o arquivo GBK para envio
+ Escolher ↗ Enviar ↻ Cancelar

Selecione o arquivo Base SBML para envio
+ Escolher ↗ Enviar ↻ Cancelar

Anterior Proximo

Iniciar Cancelar

A etapa "Inferência" é mostrada na Figura 89 e possibilita a modificação manual do modelo com base no modelo de referência. Pode-se selecionar algumas reações para serem forçadas a estar na reconstrução da rede metabólica alvo. Dessa forma, pode-se testar diferentes combinações e gerar diversas versões do modelo do organismo alvo.

Figura 89 - Nova Reconstrução – Inferência.

Por último, na etapa de "Confirmação" (Figura 90) é mostrado um resumo com todas as informações inseridas ou escolhidas.

Após a confirmação de todos os dados, a reconstrução é iniciada acionando o botão "Iniciar". A Figura 91 demonstra uma execução de reconstrução em andamento.

Ao iniciar uma execução de reconstrução de rede metabólica, o sistema mostra o *status* de andamento e informa que será enviado um *e-mail* com o resultado da reconstrução. O *e-mail* contém com todas informações obtidas na reconstrução da rede e o arquivo SBML anexo do novo modelo gerado. Um exemplo de *e-mail* enviado pode ser visto na Figura 92.

A Figura 93 mostra a tela de cadastro do sistema CurSystem, que é similar ao do sistema NETGen. No cadastro do sistema CurSystem existem dois campos adicionais relativos a especialidade do pesquisador e a da sua instituição de origem (filiação). O *login* e a senha são disponibilizados após a aprovação do cadastro, realizado pelo próprio usuário, e posterior aprovação pelo gestor da plataforma.

Figura 90 - Nova Reconstrução – Confirmação.

Informações Iniciais Inferência **Confirmação**

Endereço de e-mail
gianninimail@gmail.com

Título da Reconstrução
Reconstrucao completa

Versão da Reconstrução
1

Nome do SBML de saída
CCBH4851_v1.xml

Tabela De(NBCI)/Para(PA) para IDs
tabelaNCBI.txt

Nome do GBK de entrada
CCBH4851.gb

Nome do SBML de entrada
iPAE1146.xml

Inferir genes?

Anterior Proximo

Reações Inferidas

1. R_rxn02476
2. R_rxn00695
3. R_ATPM
4. R_rxn05468

Iniciar Cancelar

Figura 91 - Nova Reconstrução – mensagem de execução em andamento.

Reconstrução iniciada
Abaixo informações sobre a reconstrução iniciada.


 **Nova reconstrução iniciada.**
No final, você receberá um e-mail com todas as informações junto com o SBML!

Figura 92 - Nova Reconstrução – exemplo de e-mail enviado ao final da execução.

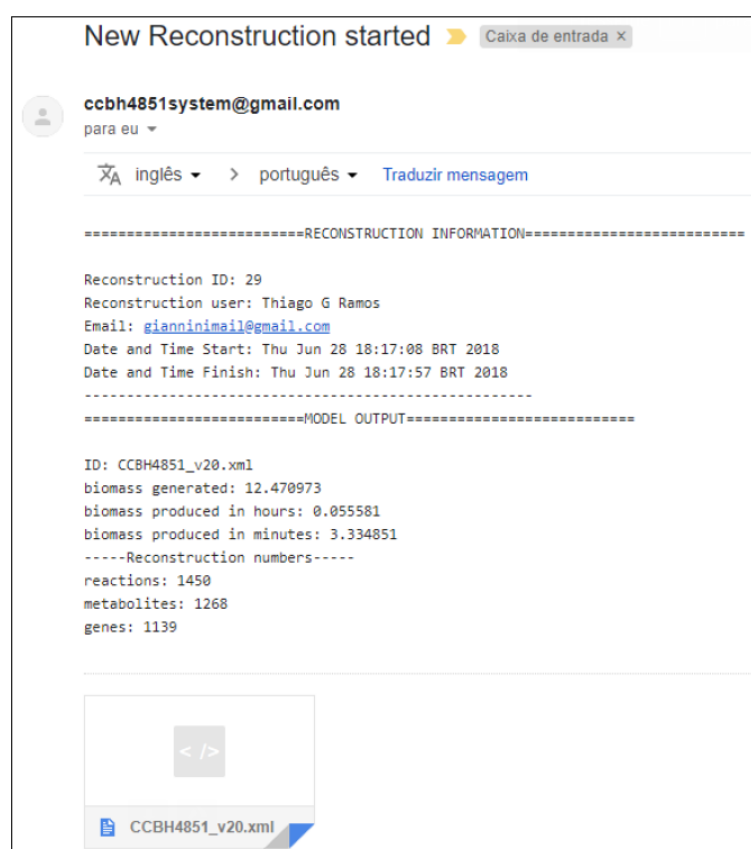


Figura 93 - Tela de Cadastro – CurSystem.

Junte-se a nós

Venha fazer parte do nosso grupo!

Nome *

Endereço de e-mail *

Senha *

Confirmar senha *

Telefone *

Especialidade *

Instituição

Informações importantes!

- ✓ após o cadastro, aguardar e-mail de ativação da conta.
- ✓ contas cadastradas com endereço de e-mail da Fiocruz são ativadas automaticamente.
- ✓ Venha colaborar conosco!

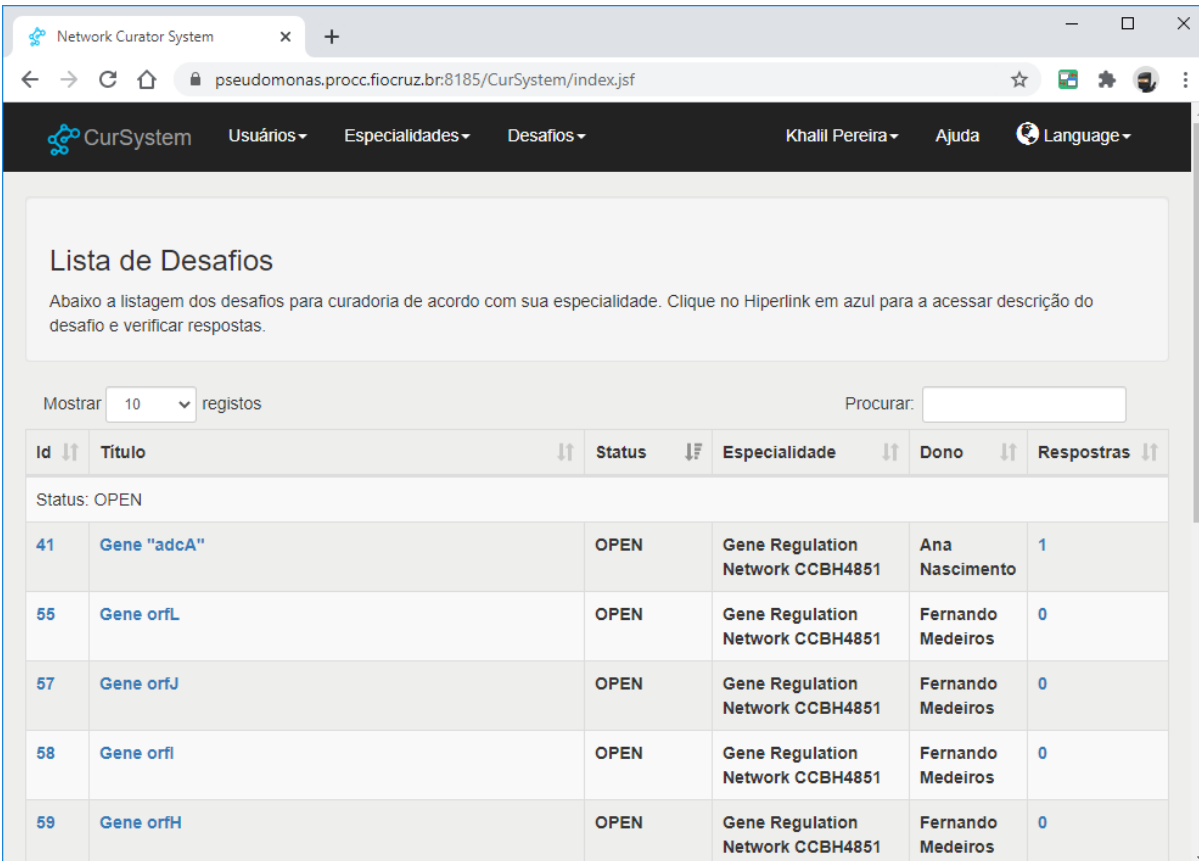
Criar uma conta

Após realizar o *login* o sistema CurSystem apresenta o módulo de desafios. A Figura 94 mostra a tela dos desafios do CurSystem. Nesse módulo podem ser cadastrados desafios (problemas ou dúvidas) relacionados com a rede metabólica do organismo em questão.

O Menu superior do CurSystem habilita as demais funcionalidades do sistema. A opção “Usuários” realiza a manutenção de usuários, como adicionar usuário ou editar um existente. A opção “Especialidades” inclui ou edita especialidades do sistema. Em “Desafios” é possível verificar os desafios existentes, criar ou editar um desafio existente. A partir desse ponto do Menu as opções são semelhantes ao NETGen. A opção com o nome do usuário ajusta os próprios dados cadastrais, como senha ou sair da aplicação, “Ajuda” exhibe o manual do sistema, e a opção de “Language” muda a linguagem do sistema.

A parte central da tela inicial mostra os Desafios elaborados pelos pesquisadores. Ao clicar no *hyperlink* é possível verificar detalhes do desafio selecionado.

Figura 94 - Desafios do CurSystem.



Mostrar 10 registros

Procurar:

Id	Título	Status	Especialidade	Dono	Respostas
Status: OPEN					
41	Gene "adcA"	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Ana Nascimento	1
55	Gene orfL	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Fernando Medeiros	0
57	Gene orfJ	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Fernando Medeiros	0
58	Gene orfI	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Fernando Medeiros	0
59	Gene orfH	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Fernando Medeiros	0

O módulo disponibiliza cinco operações principais: listagem, cadastro, remoção, edição e visualização integral das informações de um determinado desafio. Os dados do objeto “Desafio” estão listados a seguir:

Id: Gerado automaticamente pelo sistema, representa o identificador único no sistema e no banco de dados;

Título: Título do desafio, esse campo aparece como informativo em outros módulos, para representar o desafio;

Especialidade: Indica a especialidade, ou seja, grupo de especialista que tem acesso ao desafio;

Status: Campo que indica se o desafio está em aberto, ou se foi resolvido. Quando o desafio é criado, o sistema coloca automaticamente seu *status* em aberto.

Responsável: Este campo representa o pesquisador que é responsável pelo desafio, que realiza as tarefas de validação e manutenção do desafio;

Data cadastro: Informa quando o desafio foi criado, essa data e horário é preenchida automaticamente na criação do desafio;

Descrição: Nesse campo o autor do desafio descreve o problema ou dúvida propostos no desafio.

A Figura 95 mostra informações relativas a um "Desafio".

Figura 95 - Tela do Desafio.

Id	41	Status	OPEN
Título	Gene "adcA"	Especialidade	Gene Regulation Network CCBH4851
Descrição	<p>- Se pesquisarmos por <i>adcA</i> no <i>pseudomonas.com</i>, misteriosamente ele dá como resultado o gene <i>gcbA</i> (PA4843), porém não consta descrito nenhum sinônimo para esse gene. Achei estranho.</p> <p>- Para tirar a dúvida, fui procurar a referência do Galán ao gene, que é a <i>Prodoric</i>. Procurei na <i>Prodoric</i> e lá esse gene <i>adcA</i></p>		
		Dono	Ana Nascimento
		Data cadastro	2018/03/14 00:00:00

Na página inicial ou através do "Menu ζ Desafios ζ Visualizar Desafios" o usuário pode visualizar a tabela de desafios previamente cadastrados (no módulo cadastro de desafios) de acordo com a especialidade declarada pelo usuário. A tabela permite a busca e filtragem de desafios. Para isso, basta digitar a busca pretendida no campo "Procurar". A Figura 96 mostra em destaque esse campo.

Para cadastrar um novo desafio a partir do menu superior selecione "Desafios" e depois "Novo desafio", como mostrado na Figura 97.

Em seguida é exibida a tela para criação de um novo desafio (Figura 98). Após o cadastramento, são enviados *e-mails* para o responsável e para a equipe cadastrada com a mesma especialidade do desafio.

Figura 96 - Tela da Lista de Desafios.

CurSystem **Desafios** Clicia Castro Ajuda Language

Novo desafio
Meus desafios
Visualizar desafios

Lista de Desafios

Abaixo a listagem dos desafios para curadoria de acordo com sua especialidade. Clique no Hiperlink em azul para a acessar descrição do desafio e verificar respostas.

Mostrar 10 registros Procurar:

Id	Título	Status	Especialidade	Dono	Respostas
Status: REOPENED					
149	Gene teste	REOPENED	Gene Regulation Network CCBH4851	Clicia Castro	13
Status: OPEN					
41	Gene "adcA"	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Ana Nascimento	1
55	Gene orfL	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Fernando Medeiros	0

Figura 97 - Tela da Lista de Desafios - Novo Desafio.

CurSystem Usuários Especialidades **Desafios**

Novo desafio
Meus desafios
Visualizar desafios
Manutenção de desafios

Lista de Desafios

Abaixo a listagem de todos os desafios. Clique no Hiperlink

Figura 98 - Criação de Novo Desafio.

Criação de Desafio

Use o formulário abaixo para lançar um novo desafio para curadoria!

Título *

Especialidade *

Dono *

Descrição

Informações importantes!

- ✓ O Título e Descrição do desafio devem ser em inglês.
- ✓ Caso necessário utilize a [ferramenta de tradução para inglês clicando nesse hyperlink](#).

Criar desafio

Para editar informações de um desafio já cadastrado, clique no botão "Editar". Cada desafio, da lista, possui os seus botões correspondentes às operações. A mesma janela de preenchimento do cadastro será aberta, mas com os dados do desafio selecionado preenchidos, como pode ser visto na Figura 99.

Figura 99 - Edição de Desafio.

Edição de Desafio

Use o formulário abaixo para editar o desafio!

Id

41

Título *

Gene "adcA"

Status

OPEN

Especialidade *

Gene Regulation Network CCBH4851

Dono *

Ana Nascimento

Descrição

- Se pesquisarmos por adcA no pseudomonas.com, misteriosamente ele dá como resultado o gene gcbA (PA4843), porém não consta descrito nenhum sinônimo para esse gene. Achei estranho.
- Para tirar a dúvida, fui procurar a referência do

Informações importantes!

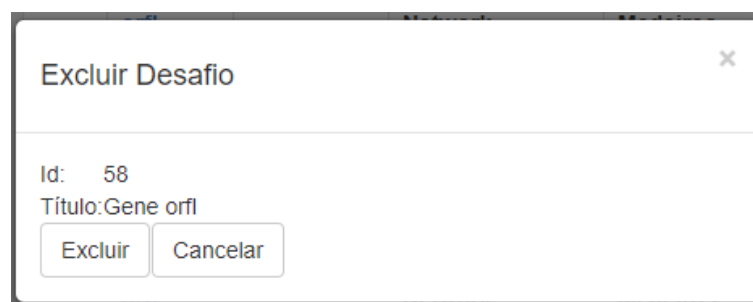
- ✓ O Título e Descrição do desafio devem ser em inglês.
- ✓ Caso necessário utilize a [ferramenta de tradução para inglês clicando nesse hyperlink](#).

Editar desafio

Para remover um desafio cadastrado apenas clique no botão "Excluir", localizado na mesma linha do desafio. Uma janela de confirmação é mostrada, e para remover confirme no botão "Excluir" (Figura 100).

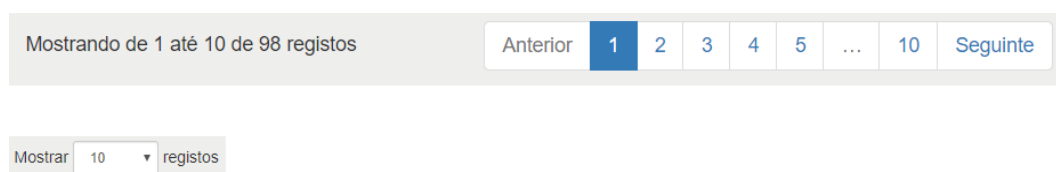
Por padrão, se a tabela de desafios contiver mais dez (10) registros o sistema automaticamente cria páginas. Essas páginas são múltiplas de dez (10). Para navegar

Figura 100 - Confirmação de Remoção de Desafio.



entre as páginas, o usuário pode utilizar os botões de navegação. A quantidade de registros por página pode ser alterada de dez (10) para outra quantidade na opção disponível na parte superior esquerda da tabela em "Mostrar n registros", conforme destaque na Figura 101.

Figura 101 - Botões de navegação da tabela de Desafios e quantidade de registros.



Na tela onde contém a lista de desafios, não são exibidos todos os dados existentes. Para visualizar todas as informações do desafio, basta clicar no *hiperlink* do nome do desafio, como destacado na Figura 102.

O *hiperlink* direciona para uma página contendo todas as informações do desafio, incluindo as respostas e as opções de resolução do desafio, como mostra a Figura 103. Essa figura mostra como resposta que um determinado gene da rede metabólica é regulado por outro gene.

O módulo de Resolução de Desafios foi desenvolvido para auxiliar os pesquisadores a criarem suas hipóteses de respostas para a solução dos problemas.

Responder um desafio implica em criar respostas, que serão analisadas e validadas pelo responsável, e podem ser consideradas futuras soluções para cada desafio cadastrado.

No final da página detalhada do desafio (Figura 104), o usuário que deseja participar da discussão do desafio, deve inserir o título de sua resposta, e no campo "Descrição" o texto relacionado a sua resposta. A descrição é sua justificativa, em relação à modificação na rede metabólica. Após preencher os campos citados, basta clicar no botão "Responder desafio".

Uma mensagem de cadastro efetuado com sucesso é exibida, e a resposta incluída

Figura 102 - Lista de Desafios.

Lista de Desafios

Abaixo a listagem dos desafios para curadoria de acordo com sua especialidade. Clique no Hiperlink em azul para a acessar descrição do desafio e verificar respostas.

Mostrar registros Procurar:

Id	Título	Status	Especialidade	Dono	Respostas
Status: REOPENED					
149	Gene teste	REOPENED	Gene Regulation Network CCBH4851	Clicia Castro	13
Status: OPEN					
41	Gene "adcA"	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Ana Nascimento	1
55	Gene orfL	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Fernando Medeiros	0
57	Gene orfJ	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Fernando Medeiros	0
58	Gene orfI	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Fernando Medeiros	0
59	Gene orfH	OPEN	Gene Regulation Network CCBH4851	Fernando Medeiros	0

Figura 103 - Informações do Desafio.

Informações do Desafio

Abaixo as informações do desafio, as respostas atreladas e um formulário para adicionar resposta.

<p>Id</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="41"/>	<p>Status</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="OPEN"/>
<p>Título</p> <input adca""="" style="width: 90%;" type="text" value="Gene "/>	<p>Especialidade</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="Gene Regulation Network CCBH4851"/>
<p>Descrição</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; min-height: 100px;"> <p>- Se pesquisarmos por adcA no pseudomonas.com, misteriosamente ele dá como resultado o gene gcbA (PA4843), porém não consta descrito nenhum sinônimo para esse gene. Achei estranho.</p> <p>- Para tirar a dúvida, fui procurar a referência do</p> </div>	<p>Dono</p> <input style="width: 90%;" type="text" value="Ana Nascimento"/>

Lista de Respostas

Abaixo a listagem das respostas atreladas ao desafio.

Mostrar registros Procurar:

Id ↑↓	Pesquisador ↑↓	Título Descrição ↑↓	Comentários ↑↓	Ações ↑↓
31	Ana Nascimento	<p>Resposta</p> <p>Conversando por skype com o Fernando, chegamos a seguinte conclusão: - Na rede do Galán, a referencia pra esse gene é a Prodoric. Na Prodoric, o locus_tag ou PAnumber atribuído ao gene é PA1818. - Além disso, confirmamos na literatura que PA1818 é sim regulado também por ArgR. Portanto, achamos que adcA = PA1818 e sua regulação por ArgR existe.</p>	<p>0 Comentários</p> <input style="width: 80px;" type="text" value="Comentar"/>	

Mostrando de 1 até 1 de 1 registros Anterior **1** Seguinte

Figura 104 - Responder Desafio.

Mostrar registros Procurar:

Id ↑↓	Pesquisador ↑↓	Título Descrição ↑↓	Comentários ↑↓	Ações ↑↓
31	Ana Nascimento	Resposta Conversando por skype com o Fernando, chegamos a seguinte conclusão: - Na rede do Galán, a referencia pra esse gene é a Prodoric. Na Prodoric, o locus_tag ou PAnumber atribuído ao gene é PA1818. - Além disso, confirmamos na literatura que PA1818 é sim regulado também por ArgR. Portanto, achamos que adCA = PA1818 e sua regulação por ArgR existe.	0 Comentários <input type="button" value="Comentar"/>	

Mostrando de 1 até 1 de 1 registros Anterior **1** Seguinte

Responder Desafio

Use o formulário abaixo para responder o desafio!

Título

Descrição

Informações importantes!

- ✓ O Título e Descrição da resposta devem ser em inglês.
- ✓ Caso necessário utilize a [ferramenta de tradução para inglês clicando nesse hyperlink.](#)

na listagem do quadro de resposta do desafio selecionado.

Na página detalhada do desafio, seguindo sua descrição, é exibida a tabela com todas as respostas cadastradas do desafio selecionado (Figura 105). A tabela de respostas utilizada tem a mesma estrutura da tabela de desafios. Também são criadas páginas caso haja mais de dez (10) respostas cadastradas. A navegação, entre as respostas do desafio, ocorre através dos botões "Anterior" e "Seguinte".

Figura 105 - Tabela de Respostas dos Desafios.

Título

Especialidade

Descrição

O gene phzC2 tem como ortólogo phzC1 na CCBH. Caso a ser estudado.

Dono

Data cadastro

Lista de Respostas

Abaixo a listagem das respostas atreladas ao desafio.

Mostrar registros

Procurar:

Id	Pesquisador	Título Descrição	Comentários	Data cadastro	Ações
49 	Ana Nascimento	<p>Ortólogos</p> <p>phzA1 - PA4851_03790 phzB1 - PA4851_03785 phzC1 - PA4851_03780 phzD1 - PA4851_03775 phzE1 - PA4851_03770 phzF1 - PA4851_03765 phzG1 - PA4851_03760 phzA2 - PA4851_17440 phzB2 - PA4851_17435 phzC2 - PA4851_17430 phzD2 - PA4851_17425 phzE2 - PA4851_17420 phzF2 - PA4851_17415 phzG2 - PA4851_17410 Eu coloquei o locus_tag pra ficar registrado, mas todos eles em CCBH tbm tem os mesmos nomes anotados que em PAO1.</p> <p style="color: green; font-weight: bold;">✓Curado.</p>	<p>0 Comentários</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block;"> Comentar </div>	2018/03/26 00:00:00	
36	Ana Nascimento	<p>Operon phz</p> <p>Os operons phz são responsáveis pela síntese de piocianina. Existem dois operons em PAO1 compostos por 8 genes, nomeados de A-G. Eles são 99% idênticos. Ou seja, existem os genes phzA1-G1 e phzA2-G2 em PAO1. O BBH não funciona bem com parálogos. Nesse caso, teremos que fazer manualmente, e o jeito de determinar quem é ortólogo do operon 1 e quem é ortólogo do 2, será olhando a vizinhança e a partir daí fazer a correspondência. O operon phz 1, por exemplo, é flaqueado pelos genes phzM e phzS. Já o operon 2, tem a montante o gene qscR.</p>	<p>0 Comentários</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block;"> Comentar </div>	2018/03/23 00:00:00	

As seguintes informações da resposta são exibidas no quadro de respostas:

Id: Identificador único da resposta no sistema;

Pesquisador: Responsável pela criação e manutenção da resposta;

Título: Título cadastrado pelo usuário;

Descrição: Justificativa em relação à modificação na rede metabólica;

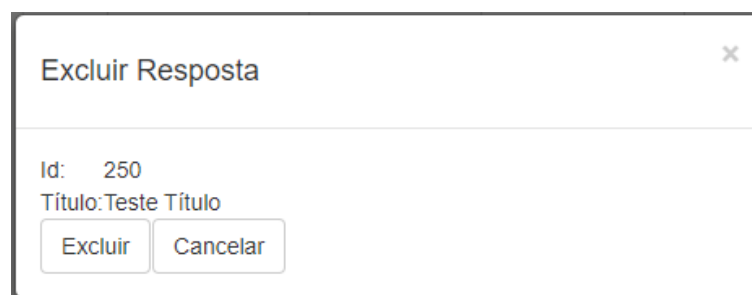
Justificação da Validação: Caso a resposta tenha sido validada pelo responsável pelo desafio a justificativa da validação é exibida na cor verde, identificando a validação;

Comentário: Informa a quantidade de comentários sobre essa resposta;

Data cadastro: Armazena a data e hora de quando a resposta foi criada.

O usuário que criou a resposta pode desejar excluí-la. Cada resposta cadastrada possui o seu próprio botão "Excluir", bastando clicar no botão correspondente. Uma janela de confirmação, com o "Id" e "Título", é exibida. Se desejar remover confirme (Figura 106).

Figura 106 - Excluir Resposta do Desafio.



Depois de analisar todas as respostas e seus comentários, o responsável pelo desafio, pode escolher a melhor resposta e validar. Ele é o responsável por assumir uma solução para o desafio. Para validar uma resposta, acionar o botão "Validar" da melhor resposta, como destacado na Figura 107.

No momento da validação, é gerado um campo para ser preenchido o motivo da validação e confirmação final. Após o processamento do sistema, a resposta escolhida aparecerá com o ícone verde ao lado. Apenas uma resposta pode ser validada. Sendo assim, se já existe uma validação, ela será desmarcada para dar lugar a nova marcação. A Figura 108 mostra a lista de respostas com uma única resposta validada.

A lista de discussão foi incluída no CurSystem para possibilitar que o grupo de especialistas que participam do desafio façam comentários atrelados às respostas do desafio. Cada pesquisador cadastrado no grupo pode cadastrar, editar e excluir comentários.

Para visualizar os comentários de cada resposta, é necessário clicar no *hiperlink* de "Comentários" da linha da resposta. No lado esquerdo do *hiperlink* de comentário pode ser vista a quantidade de comentários para resposta, como destacado na Figura 109.

O comentário é vinculado ao pesquisador que o inseriu, sendo, portanto, de sua responsabilidade a edição ou exclusão. No próprio comentário, pode-se executar as tarefas de edição e exclusão, através de seus respectivos botões de "Editar" e "Excluir" (Figura

Figura 107 - Validação de Resposta do Desafio.

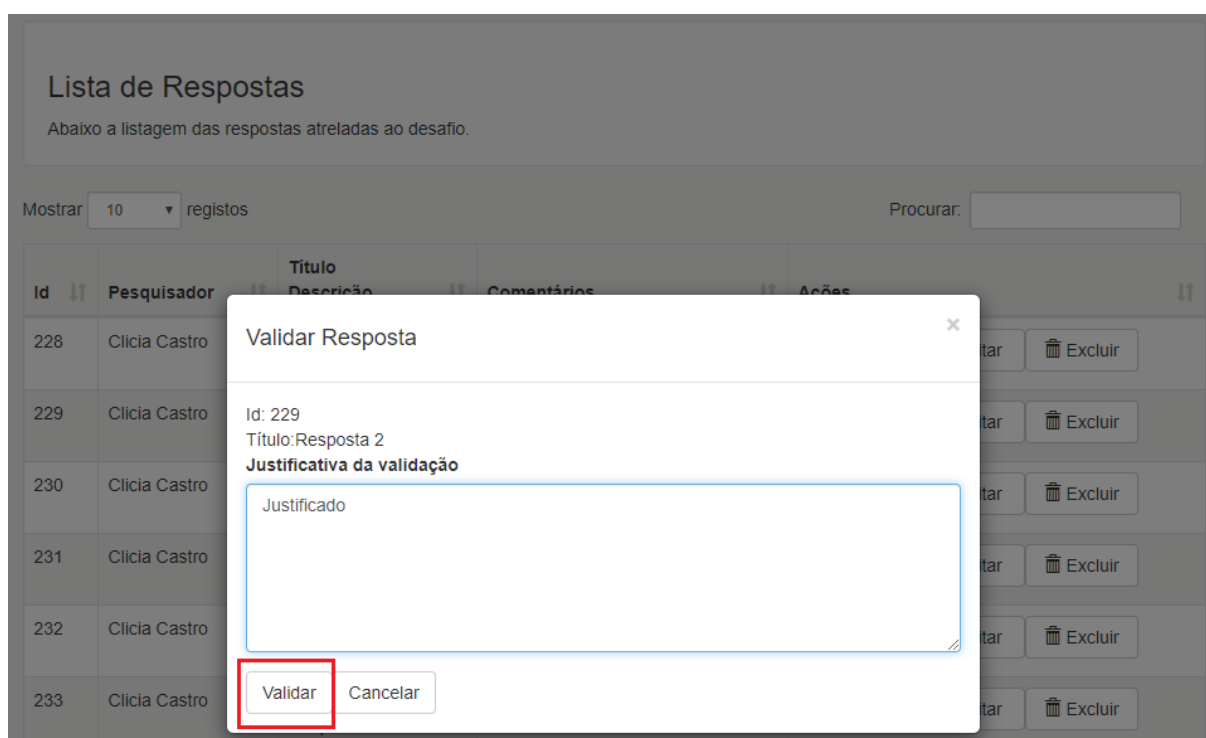


Figura 108 - Desafio Validado.

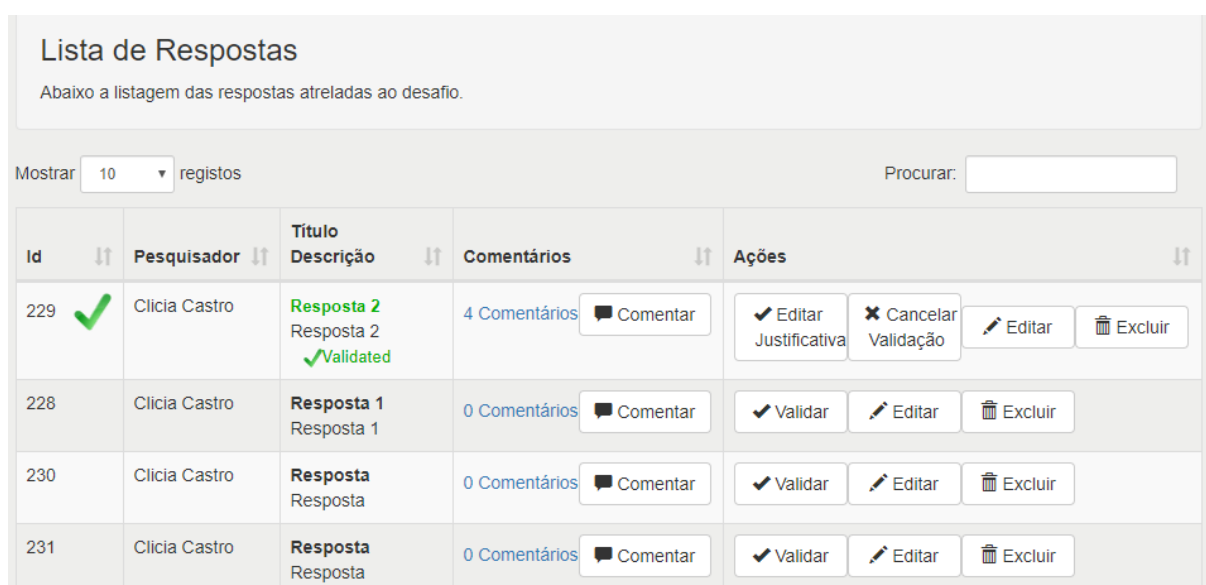


Figura 109 - Lista de Discussão do Desafio.

Lista de Respostas
Abaixo a listagem das respostas atreladas ao desafio.

Mostrar registos Procurar:

Id	Pesquisador	Título Descrição	Comentários	Ações
229 	Clicia Castro	Resposta 2 Resposta 2 Validated	4 Comentários Comentar	Editar Justificativa Cancelar Validação Editar Excluir
228	Clicia Castro	Resposta 1 Resposta 1	0 Comentários Comentar	Validar Editar Excluir
230	Clicia Castro	Resposta Resposta	0 Comentários Comentar	Validar Editar Excluir
231	Clicia Castro	Resposta Resposta	0 Comentários Comentar	Validar Editar Excluir

110).

Figura 110 - Edição e Exclusão de Comentários.

Comentários ×

Id: 229
Título: Resposta 2

Mostrar registos Procurar:

Pesquisador: Comentário ⇅	Ações ⇅
Clicia Castro: Precisa melhorar	<input type="button" value="✎ Editar"/> <input type="button" value="🗑 Excluir"/>
Clicia Castro: Comentario	<input type="button" value="✎ Editar"/> <input type="button" value="🗑 Excluir"/>
Khalil Pereira: Novo	
Khalil Pereira: Comentario	

Mostrando de 1 até 4 de 4 registos

Novo Comentário

Para inserir um comentário, na tela de respostas do desafio, o usuário deve ativar o botão "Comentar" e cadastrar seu comentário para resposta selecionada. A Figura 111 destaca esta função.

Uma janela de comentários aparecerá (Figura 112). Na parte inferior existe o campo para escrever o comentário, e depois o botão "Comentar" deve ser ativado. Após a gravação do banco de dados o sistema mostra uma mensagem indicando sucesso na operação.

Para editar um comentário, o usuário deve encontrá-lo na lista de comentários das

Figura 111 - Cadastrar Comentário.

Lista de Respostas
Abaixo a listagem das respostas atreladas ao desafio.

Mostrar registros Procurar:

Id	Pesquisador	Título Descrição	Comentários	Ações
229 	Clicia Castro	Resposta 2 Resposta 2 Validated	4 Comentários Comentar	Editar Justificativa Cancelar Validação Editar Excluir
228	Clicia Castro	Resposta 1 Resposta 1	0 Comentários Comentar	Validar Editar Excluir
230	Clicia Castro	Resposta Resposta	0 Comentários Comentar	Validar Editar Excluir
231	Clicia Castro	Resposta Resposta	0 Comentários Comentar	Validar Editar Excluir

Figura 112 - Comentário de Resposta do Desafio.

Comentários

Id: 229
Título:Resposta 2

Mostrar registos Procurar:

Pesquisador: Comentário	Ações
Clicia Castro: Precisa melhorar	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Excluir"/>
Clicia Castro: Comentario	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Excluir"/>
Khalil Pereira: Novo	
Khalil Pereira: Comentario	

Mostrando de 1 até 4 de 4 registos

Novo Comentário

respostas e ativar o botão "Editar", como destacado na Figura 113. O texto do comentário que será editado aparece na caixa de texto. Após a edição, para salvar seu conteúdo é necessário ativar o botão "Editar".

Figura 113 - Edição de Comentário das Respostas.

The screenshot displays a web interface for managing comments. At the top, there's a header "Comentários" with a close button. Below it, the current comment's details are shown: "Id: 229" and "Título: Resposta 2". There are controls for "Mostrar 10 registos" and a search field "Procurar:". The main content is a table with two columns: "Pesquisador: Comentário" and "Ações". The table lists four comments, each with "Editar" and "Excluir" buttons. The "Editar" button for the second comment is highlighted with a red box. Below the table, it says "Mostrando de 1 até 4 de 4 registos" and has navigation buttons "Anterior", "1", and "Seguinte". At the bottom, a modal window titled "Editar Comentário" is open, containing a text area with the comment text "Comentario" and "Editar" and "Cancelar" buttons. This modal is also highlighted with a red box.

Pesquisador: Comentário	Ações
Clicia Castro: Precisa melhorar	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Excluir"/>
Clicia Castro: Comentario	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Excluir"/>
Khalil Pereira: Novo	<input type="button" value="Editar Comentário"/>
Khalil Pereira: Comentario	

Mostrando de 1 até 4 de 4 registos

Anterior 1 Seguinte

Editar Comentário

Comentario

Para excluir um comentário é necessário ativar o botão "Excluir" do comentário desejado. O sistema, então apaga o registro do banco de dados. A Figura 114 mostra a exclusão de um comentário da resposta selecionada.

Figura 114 - Informações dos Desafios.

Comentários

Id: 229
Título:Resposta 2

Mostrar registos

Pesquisador: Comentário	Ações
Clicia Castro: Precisa melhorar	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Excluir"/>
Clicia Castro: Comentario	<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Excluir"/>
Khalil Pereira: Novo	
Khalil Pereira: Comentario	

Mostrando de 1 até 4 de 4 registos

Novo Comentário

APÊNDICE B – Questionários

Esse apêndice apresenta o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e agrupa todos os questionários aplicados e citados na Seção 3.5. Os dados obtidos através destes questionários são analisados na Seção 4.

Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), da pesquisa intitulada Plataforma de Análise de Redes Metabólicas – Sistemas NETGen e CurSystem, conduzida por Khalil Beltrão Pereira, Maria Clicia Stelling de Castro e Fabrício Alves Barbosa da Silva. Este estudo tem por objetivo avaliar os requisitos e a plataforma de análise de redes metabólicas para fins de pesquisa. Você será apresentado aos sistemas que compõem a plataforma, e terá acesso aos sistemas NETGen e CurSystem para poder responder a perguntas relacionadas aos seus requisitos, interface e a usabilidade.

Você foi selecionado (a) por ser pesquisador da área da Biologia, Bioinformática ou áreas afim. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento, abandonando o preenchimento do questionário. Sua recusa, desistência, ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo.

A pesquisa oferece riscos mínimos para os participantes, envolvendo possíveis constrangimentos em opinar sobre a qualidade da interface, ou sobre os requisitos que embasaram o desenvolvimento do software. Todavia, como benefícios, esta pesquisa gerará um software que poderá abrir novas perspectivas para os profissionais da área de Saúde, mais especificamente de Biologia, Bioinformática, Bioquímica e Biomedicina. Sua participação não é remunerada e nem implicará em gastos para você. Caso se sinta prejudicado, você tem direito de ser indenizado por danos decorrentes da pesquisa, nos termos da lei e de ser ressarcido de despesas decorrentes da participação na pesquisa, de acordo com os itens VI e VII do artigo 9o, do Cap. III, da Resolução 510/2016.

Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais e não serão divulgados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação. Neste caso, os pesquisadores se comprometem a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada, sem qualquer identificação de indivíduos, ou instituições participantes.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assinale ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável/coordenador da pesquisa. Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

Contatos dos pesquisadores responsáveis: Khalil Pereira (21) 99651-5344, e-mail: khalilpereira@gmail.com, Maria Clicia Castro, email: clicia@ime.uerj.br, Fabrício Silva, e-mail: fabs@fiocruz.br. Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com os pesquisadores responsáveis, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: etica@uerj.br - Telefone: (021) 2334-2180. O CEP COEP é responsável por garantir a proteção dos participantes de pesquisa e funciona às segundas, quartas e sextas-feiras, de 10h às 12h e 14h às 16h.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____ .

Assinatura do (a) participante: _____ (Obs:neste caso, haverá um símbolo quadrado de aceitação de participação, uma vez que o instrumento estará disponível via *web*).

Assinatura do pesquisador: _____

Introdução

A Introdução corresponde a primeira seção com as perguntas introdutórias, e está relacionada a informações sobre quem está respondendo o questionário, como pode ser visto a seguir.

Introdução:

1. Qual seu nome?
2. Sexo () Masculino () Feminino () Não quero responder
3. Idade
4. Formação
5. Qual sua função na instituição?
6. Tempo de experiência em pesquisas na área de Biologia, Bioinformática, Bioquímica, Biomedicina ou áreas afins
7. Há quanto tempo você utiliza os softwares NETGen e CurSystem?

Questionário geral

A segunda seção é composta por perguntas gerais, sobre ambas as aplicações NET-Gen e Cursystem. Antecedendo a lista de perguntas, destacamos, neste apêndice, os critérios ISO que são avaliados. Na versão disponibilizada para os respondentes os critérios não foram incluídos.

- **Adequação funcional**

1. A plataforma cumpre suas funções em ajudar a atingir seus objetivos e necessidades.
2. A plataforma gera informações, documentos e relatórios que atendem a demanda de atividades da instituição.

- **Eficiência de desempenho**

3. O processamento de dados e o tempo de resposta da plataforma são adequados.
4. A exigência de recurso de hardware da plataforma é adequada.
5. Não é necessário apagar dados por alcançar o nível máximo de informações na plataforma.

- **Compatibilidade**

6. Quando haviam mais usuários utilizando plataforma não ocorriam problemas.

- **Usabilidade**

7. As funções da plataforma são de fácil acesso.
8. As informações e documentos gerados pela plataforma são apresentados com clareza.

- **Confiabilidade**

9. A plataforma não apresentou nenhum tipo de falha.
10. Apesar de ocorrer uma falha, foi possível continuar utilizando a plataforma.
11. A plataforma é confiável para o depósito de todas as informações.

- **Segurança**

12. Apenas pessoas devidamente autorizadas podem ter acesso às informações colocadas na plataforma.

- **Manutenção**

13. As manutenções feitas na plataforma não afetaram negativamente as informações inseridas anteriormente.
14. Não ocorreram problemas com atualizações na plataforma.

- **Portabilidade**

15. A plataforma permite o uso de sistemas operacionais (Windows, Linux) e navegadores diferentes (Chrome, Firefox, Safari)
16. Foi possível utilizar a plataforma adequadamente independente do sistema operacional ou navegador.
17. A plataforma foi utilizada adequadamente num dispositivo móvel (*tablet, smartphone*).

Questionário NETGen

A terceira seção está relacionada com as perguntas específicas da aplicação NETGen segundo os critérios SUS.

1. Eu acho que gostaria de usar o NETGen com frequência.
2. Eu acho o NETGen desnecessariamente complexo.
3. Eu achei o NETGen fácil de usar.
4. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o NETGen.
5. Eu acho que as várias funções do NETGen estão muito bem integradas.
6. Eu acho que o NETGen apresenta muita inconsistência.
7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar o NETGen rapidamente
8. Eu achei o NETGen difícil de usar.
9. Eu me senti confiante ao usar o NETGen.
10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o NETGen.
11. Eu achei o NETGen útil.
12. Eu achei o NETGen eficaz.
13. O NETGen preencheu minha expectativa.

Comentários gerais: _____

Questionário CurSystem

A quarta seção está relacionada com as perguntas específicas da aplicação CurSystem segundo os critérios SUS.

1. Eu acho que gostaria de usar o CurSystem com frequência.
2. Eu acho o CurSystem desnecessariamente complexo.
3. Eu achei o CurSystem fácil de usar.
4. Eu acho que precisaria de ajuda de uma pessoa com conhecimentos técnicos para usar o CurSystem.
5. Eu acho que as várias funções do CurSystem estão muito bem integradas.
6. Eu acho que o CurSystem apresenta muita inconsistência.
7. Eu imagino que as pessoas aprenderão como usar o CurSystem rapidamente.
8. Eu achei o CurSystem difícil de usar.
9. Eu me senti confiante ao usar o CurSystem.
10. Eu precisei aprender várias coisas novas antes de conseguir usar o CurSystem.
11. Eu achei o CurSystem útil.
12. Eu achei o CurSystem eficaz.
13. O CurSystem preencheu minha expectativa.

Comentários gerais: _____