

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Programa de Pós-graduação em Bioinformática

Gabriel Marinello Moura Leite

**WORKFLOWS DINÂMICOS NA GESTÃO DE TAREFAS E
RESPONSABILIDADES EM SISTEMAS BIOMÉDICOS**

Belo Horizonte

2023

GABRIEL MARINELLO MOURA LEITE

**WORKFLOWS DINÂMICOS NA GESTÃO DE TAREFAS E
RESPONSABILIDADES EM SISTEMAS BIOMÉDICOS**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-graduação em Bioinformática, da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito para obtenção do título de Mestre em Bioinformática.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Vale Aguiar Campos

Belo Horizonte

2023

043

Leite, Gabriel Marinello Moura.

Workflows dinâmicos na gestão de tarefas e responsabilidades em sistemas biomédicos [manuscrito] / Gabriel Marinello Moura Leite. – 2023.

60 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Vale Aguiar Campos.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa Interunidades de Pós-Graduação em Bioinformática.

1. Bioinformática. 2. Gestão da Informação. 3. Sistemas de Informação em Laboratório Clínico. 4. Fluxo de Trabalho. I. Campos, Sérgio Vale Aguiar. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 573:004



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
 PROGRAMA INTERUNIDADES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOINFORMÁTICA

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO

GABRIEL MARINELLO MOURA LEITE

Às nove horas do dia **29 de maio de 2023**, reuniu-se, através de videoconferência, a Comissão Examinadora de Dissertação, indicada pelo Colegiado do Programa, para julgar, em exame final, o trabalho de **Gabriel Marinello Moura Leite**, intitulado: "**Workflows Dinâmicos na Gestão de Tarefas e Responsabilidades em Sistemas Biomédicos**", requisito para obtenção do grau de Mestre em **Bioinformática**. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, **Dr. Sergio Vale Aguiar Campos**, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos Examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição de resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Professor(a)/Pesquisador(a)	Instituição	Indicação
Dr. Sergio Vale Aguiar Campos - Orientador	Universidade Federal de Minas Gerais	Aprovado
Dr. Tiago Antonio de Oliveira Mendes	Universidade Federal de Viçosa	Aprovado
Dr. Mark Alan Junho Song	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	Aprovado

Pelas indicações, o candidato foi considerado: **Aprovado**

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 29 de maio de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Tiago Antônio de Oliveira Mendes, Usuário Externo**, em 29/05/2023, às 10:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mark Alan Junho Song, Usuário Externo**, em 30/05/2023, às 13:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Vale Aguiar Campos, Professor do Magistério Superior**, em 30/05/2023, às 16:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2340228** e o código CRC **B60CF44F**.

Agradecimentos

Ao Dr. Sérgio Vale Aguiar Campos, agradeço pela oportunidade e confiança de fazer parte do laboratório LUAR e pela orientação fundamental durante meu mestrado em bioinformática.

A CAPES agradeço pela concessão da bolsa que permitiu minha dedicação em tempo integral aos estudos e à pesquisa.

Aos integrantes do LUAR, em especial a Dr Alessandra Campos, Fábio Buritis, Daniel Conrado, João Vinicius, Adriana Otoni e Paulo Henrique Otoni, meu sincero obrigado por todas as ajudas que recebi quando necessário.

Por fim, quero agradecer de coração à Amanda Helena Laurindo Silva. Nos momentos difíceis, foi o apoio dela que me deu forças para chegar até aqui e concluir meu percurso acadêmico.

Resumo

A necessidade de sistemas para coleta, armazenamento e análise de dados cresce a cada evolução tecnológica que surge com o tempo. A área biomédica e laboratorial não é exceção, e para isso existem sistemas especializados para este tipo de função: Os LIMS (Laboratory Information Management System).

LIMS é um conceito de software que pode ser implementado de diversas formas, sendo uma delas o LIMS baseados em workflows, que são sistemas que utilizam do modelo de processo de negócios (BPM) de uma organização -representações visuais de como as atividades de negócio são realizadas - para melhorar a eficiência e otimizar os processos organizacionais. Estes tipos de sistemas tem como vantagem a disponibilização deste processo para que usuários possam executar seus trabalhos de forma eficiente, ordenada e com agilidade, mantendo as informações no sistema para que outros usuários possam acessar.

Contudo, estes sistemas complexos armazenam todas as informações das organizações que o utilizam e, como são muitos dados sendo armazenados, o sistema precisa disponibilizá-los da maneira mais intuitiva possível. Este trabalho propõe implementações que alteram o modelo de processo de negócios construído no sistema para centralizar o foco do usuário em uma atividade, facilitando o acesso às informações requeridas no momento.

Também foi implementado a habilidade de compartilhar informações entre fluxos de trabalho para que times possam se comunicar inteiramente pelo sistema, diminuindo a incidência de erros quando a comunicação entre equipes for necessária.

Estas implementações estão em uso em diversos sistemas com ganhos para usuários. Em particular, citamos o workflow de Citotoxicidade (CTTX) que foi unificado com o workflow de Boas Práticas Laboratoriais (BPL) para compartilhamento de informações de equipamentos utilizados. Citamos também a visualização dinâmica do workflow CENTRARE, utilizado no Hospital da Baleia, para facilitar a pesquisa de informações dentro do workflow.

Palavras-chave: LIMS; Sistemas biomédicos; BPM.

Abstract

Systems for collecting, storing and analyzing data are increasingly necessary with each technological evolution. The biomedical and laboratory areas are no exception, and there are specialized systems for this type of function: LIMS (Laboratory Information Management System).

LIMS is a software concept that can be implemented in several ways, one of which is workflow-based LIMS, which are systems that use an organization's business process model (BPM) - visual representations of how business activities are performed - to improve efficiency and optimize organizational processes. These types of systems have the advantage of making this process available so that users can perform their jobs efficiently, orderly and quickly, keeping information in the system for other users to access

However, these complex systems store all the information of the organizations that use them and, as there is a lot of data being stored, the system needs to make them available in the most intuitive way possible. This work proposes implementations that change the business process model built in the system to centralize the user's focus on an activity, facilitating access to the information required at the time.

The ability to share information between workflows was also implemented so that teams can communicate entirely through the system, reducing the incidence of errors when communication between teams is necessary.

These implementations are in being used in several systems with benefits for users. In particular, we mention the workflow Cytotoxicity (CTTX), which was unified with the Good Laboratory Practices (GLP) workflow for sharing information on the equipment used. We also mention the dynamic visualization of the CENTRARE workflow, used in the hospital "Hospital da Baleia", to facilitate the search for information within the workflow.

Keywords: LIMS; Biomedical systems; BPM.

Conteúdo

1	Introdução	10
1.1	Sistemas de Informação Modernos	10
1.2	Sistemas biomédicos	10
1.3	LIMS	11
1.4	Problemas com LIMS hoje	12
1.5	Business Process Models	13
1.6	LIMS baseados em BPM	14
1.6.1	Vantagens de LIMS baseados em BPM	16
1.6.2	Desvantagens de LIMS baseados em BPM	17
1.7	O que pode ser feito	17
2	Sistemas de coleta de dados	19
2.1	Solução para o grande volume de dados gerados	19
2.2	LIMS	19
2.3	Exemplos de sistemas LIMS	22
2.3.1	Bika	22
2.3.2	MetaLIMS	23
2.3.3	Labvantage	23
2.3.4	Flux	24
3	Flux	25
3.1	Seleção do LIMS	25
3.2	Atividades profundas	27
3.3	Atividades compartilhadas	29
3.4	Arquitetura do Flux	30
3.4.1	Atributos, Atividades e Instâncias	30
3.4.2	Transições	31
3.4.3	Usuários do Flux	31
3.4.4	Grupos de usuários	33
3.4.5	Sistema de permissões	33

4	Workflows Dinâmicos	37
4.1	Problema	37
4.2	Proposta	37
4.2.1	Troca de ordem de atividades	38
4.3	Solução	38
4.3.1	Mudanças no software para implementação de workflows dinâmicos	39
5	Múltiplos workflows agregados	43
5.1	Problema	43
5.2	Múltiplos pontos de início de um workflow	43
5.3	Usos	44
5.4	Solução	46
5.4.1	Mudanças no Flux para sua implementação	48
6	Exemplos de Aplicações	49
6.1	Workflows dinâmicos no Flux	49
6.1.1	Como funciona	49
6.1.2	Exemplos	49
6.2	Múltiplas atividades iniciais implementadas no Flux	52
6.2.1	Como funciona	52
6.2.2	Exemplo de pedido de exame	53
6.3	CTTX e BPL Equipamentos	54
6.4	Workflow dentro do Flux que utiliza das funções	57
6.4.1	Workflows BPL	57
6.4.2	CTTX e BPL - Equipamentos	58
7	Conclusão	60
8	Referências	63

1 Introdução

1.1 Sistemas de Informação Modernos

Nos últimos anos, tem-se observado um aumento exponencial na quantidade de dados gerados em todo o mundo, provenientes de diversas fontes como redes sociais, dispositivos móveis, sensores IoT (Internet of Things) e transações financeiras. Esses dados são relevantes para empresas e organizações de todos os setores, pois fornecem informações valiosas sobre o comportamento do consumidor, as tendências do mercado, desempenho dos negócios e até mesmo dados internos como utilização de recursos dentro da empresa.

No entanto, a gestão desses dados pode ser um desafio, pois eles estão dispersos, podendo ter sido salvos em diferentes formatos. Além disso, é essencial garantir a segurança e a privacidade dessas informações, especialmente quando se trata de dados confidenciais de clientes, pois podem ser dados sensíveis que não podem ser disponibilizados para o público.

Para lidar com esses desafios, os sistemas de controle de acesso, coleta e análise de dados tornaram-se cada vez mais importantes. Esses sistemas permitem que as empresas gerenciem seus dados com segurança e eficiência, garantindo que apenas pessoas autorizadas possam acessá-los e que as informações sejam coletadas e armazenadas de maneira adequada.

Para áreas de telemedicina, laboratorial e biomédica, este tipo de sistema é essencial para o armazenamento, processamento e segurança das informações, integrando-se ao ambiente onde foi implementado para aumentar a eficiência dos trabalhos e tornar possível a análise de todos os dados coletados.

Os chamados sistemas biomédicos permitem que pesquisadores, médicos e profissionais da saúde gerenciem e analisem grandes quantidades de dados de pacientes e estudos clínicos com mais eficiência e segurança, diminuindo a incidência de erros [1].

1.2 Sistemas biomédicos

Sistemas biomédicos trazem muitos benefícios à área biomédica, como a melhoria de segurança (garantindo acesso aos dados apenas para pessoas autorizadas), aumento de eficiência (por disponibilizar a coleta de dados automatizada quando o sistema está integrado com equipamentos), redução erros de entrada de usuários (por garantir que os dados estejam corretamente formatados) e também

melhoria da gestão de recursos (devido a análise de dados disponibilizada). Eles podem ajudar, por exemplo, instituições médicas, que utilizam esta tecnologia para garantir que os recursos estejam sendo usados de maneira eficiente e econômica.

Alguns tipos de sistemas biomédicos utilizados são os Sistemas de Informação Hospitalar (HIS), que são sistemas utilizados em hospitais para gerenciar informações clínicas, administrativas e financeiras, Prontuário Eletrônico do Paciente (PEP), que é um sistema que armazena informações clínicas de um paciente como diagnósticos, tratamentos e resultados de exames e Picture Archiving and Communication System (PACS) ou Sistema de Comunicação e Arquivamento de Imagens, que é um tipo de sistema que armazena imagens médicas como radiografias, tomografias e ressonâncias magnéticas.

Enquanto o HIS, PEP e PACS são tipos de sistema específicos para armazenamento de informações clínicas e administrativas, existe também um tipo de software que consegue armazenar e gerenciar informações de maneira eficiente, disponibilizando a integração entre variados tipos de equipamento como sensores de temperatura, monitores cardíacos e medidores de pressão arterial. Estes sistemas são especializados para que a integração laboratorial seja feita de maneira rápida e simples, e são chamados de sistemas de gerenciamento de informações de laboratório, ou LIMS [2].

1.3 LIMS

LIMS (Laboratory Information Management System) é um tipo de sistema de gerenciamento de informações de laboratório que permite o controle de todas as informações e processos em um único sistema integrado. Ele ajuda laboratórios a automatizar e gerenciar tarefas complexas como coleta, armazenamento e análise de dados, gerenciamento de amostras e rastreabilidade, controle de estoque e inventário, além de garantir a conformidade regulatória onde foi implementado.

A utilização do LIMS oferece diversos benefícios, como maior eficiência operacional, redução de erros manuais, melhoria da qualidade dos dados, automação de fluxos de trabalho e melhoria da colaboração e compartilhamento de informações [3]. O LIMS também ajuda na rastreabilidade de amostras e resultados, permitindo que os usuários identifiquem facilmente a origem dos dados e possam rastrear as informações caso necessário [4].

Nos setores médicos, esses sistemas são usados para gerenciar registros eletrônicos de pacientes, permitindo que os médicos e profissionais de saúde acessem e atualizem informações em tempo real, o que ajuda na tomada de decisões clínicas mais precisas e rápidas. Esses sistemas também são usados para gerenciar e rastrear amostras de pacientes, bem como para gerenciar o estoque de medicamentos e suprimentos médicos.

Nos setores laboratoriais, os softwares LIMS são usados para gerenciar e rastrear amostras de pacientes, bem como para gerenciar o fluxo de trabalho e o inventário de reagentes e equipamentos. Esses sistemas ajudam a garantir a rastreabilidade e a integridade das amostras, a melhoria da qualidade dos dados e a conformidade com as regulamentações.

Além disso, os LIMS são utilizados em laboratórios de pesquisa para gerenciar grandes volumes de dados e informações de experimentos, garantindo a precisão, segurança e a integridade dos dados. Esses sistemas também ajudam na colaboração entre os membros da equipe de pesquisa, facilitando o compartilhamento de informações e resultados.

1.4 Problemas com LIMS hoje

Os LIMS hoje, mesmo com todos os benefícios citados acima, ainda sofrem de problemas que limitam a sua implementação dentro de ambientes médicos e laboratoriais, como a personalização da interface, custo de implementação, manutenção e suporte dentro da organização [5, 6].

O software pode não ser tão personalizável porque, em grande parte dos casos, eles são projetados para atender a um conjunto específico de requisitos regulatórios e padrões de indústria, além de envolverem a integração de muitos componentes diferentes como banco de dados, interface do usuário e sistemas de instrumentação que podem dificultar a personalização do mesmo [7].

Outro problema que dificulta a personalização de um LIMS é a necessidade de manter a validação e a conformidade regulatória, já que cada personalização do sistema deve passar por uma validação vigorosa para garantir que qualidade e integridade da entrada de dados não foram comprometidas. Com isso, há um aumento da complexidade de implementação e um aumento do custo, já que o software se torna complexo, necessitando de especialistas para a construção do mesmo.

A falta de personalização de um LIMS pode levar a problemas adicionais relacionados à visualização e acesso à informação. Quando um sistema LIMS não é personalizado para atender as necessidades específicas do laboratório, as informações podem ser apresentadas de maneira desorganizada, o que dificulta o acesso e a visualização dos dados relevantes e diminui a aceitação dos usuários para utilizar o software. Por exemplo, um laboratório que realiza vários tipos de testes pode ter dificuldades para visualizar informações específicas de um teste em particular, se o sistema LIMS não estiver configurado adequadamente para exibir essas informações de maneira clara e organizada.

Além disso, a falta de personalização pode tornar a navegação pelo sistema LIMS mais difícil, o que pode levar a erros ou omissões no registro de informações e dificultar a interpretação dos dados. Se os usuários não conseguirem acessar rapidamente as informações que procuram, eles

podem inadvertidamente inserir dados incorretos ou perder informações críticas. Isso pode levar a erros na análise dos resultados dos testes e na tomada de decisões clínicas.

Portanto, a personalização adequada de um sistema LIMS é essencial para garantir que as informações sejam apresentadas de maneira clara e organizada e que os usuários possam acessá-las facilmente [7]. A interface do usuário deve ser projetada para ser intuitiva e fácil de usar, permitindo que os usuários naveguem facilmente pelas informações relevantes. Além disso, o sistema deve ser capaz de exibir informações personalizadas para diferentes usuários ou grupos de usuários, de modo que cada pessoa possa acessar as informações relevantes para suas tarefas específicas.

Como exemplo, um LIMS com interface dinâmica implementado na área hospitalar para assistir na execução de atividades entre a equipe médica e a equipe laboratorial pode beneficiar tanto médicos quanto outros profissionais de saúde que trabalham com laboratórios pois terão acesso a informações relevantes - como pedidos de exame, calibração de equipamento - que ajudarão a orientar o tratamento de seus pacientes de maneira mais rápida e eficiente.

Para que isso seja possível, é necessário que ocorra uma modelagem dos passos a serem executados pelos usuários durante a utilização do LIMS, melhorando a compreensão de onde e como aperfeiçoar a visualização de informações e deixar mais intuitiva a interface. Essa modelagem pode ser feita de diversas maneiras, e uma dessas maneiras é utilizando BPMs.

1.5 Business Process Models

O BPM (Business Process Models) é uma abordagem sistemática para a gestão de processos de negócios que envolve o mapeamento, análise e melhoria dos processos para aumentar a eficiência, qualidade e eficácia. O método busca identificar as etapas envolvidas em um processo, as pessoas e sistemas envolvidos, bem como os principais indicadores de desempenho para monitorar e melhorar os resultados [8].

BPMs modelam uma série de etapas sequenciais que precisam ser realizadas para se completar uma tarefa ou processo específico, conhecidos como fluxo de trabalho. Eles são utilizados para definir como processos serão realizados, estabelecendo objetivos dentro de uma organização [9]. Eles podem ser utilizados para abstrair fluxos de trabalho existentes e criar novos fluxos com maior facilidade, podendo ser construídos seguindo uma das várias notação de BPMs, como a BPMN (Business Process Model and Notation) [10].

BPMs são utilizados em uma ampla variedade de organizações, independente do setor ou do tipo de atividades. Sua aplicação ajuda organizações a gerenciar e melhorar os seus processos de negócio, documentando como ele é feito e que passos devem ser seguidos para reprodução do

mesmo [11]. Assim, os trabalhos podem ser melhor divididos entre os integrantes de uma equipe e pode-se encontrar falhas ou oportunidades de melhoria dentro de um processo.

No setor de saúde, temos a utilização de BPM pelas instituições para gerenciar processos clínicos como atendimento ao paciente, gestão de agendamento, faturamento e gestão de registros médicos. Além disso, pedidos de exame e cadastro de amostras podem ser modelados para maior facilidade de compartilhamento de informações entre funcionários [12].

BPMs são geralmente ilustrados com diagramas de fluxo, demonstrando um Fluxo de trabalho (workflow) com uma sequência de atividades e decisões tomadas no projeto [13], como pode ser visto no exemplo de método ágil modelado em BPM na figura 1.

A implementação de BPM dentro de uma organização ajuda a identificar pontos de melhoria no processo já instaurado, podendo aumentar a colaboração entre departamentos e garantir que o fluxo de trabalho seja feito de maneira eficiente e, principalmente, consistentemente [11]. Além disso, os BPMs podem ajudar a monitorar e automatizar certos processos dentro de uma empresa, já que todos estarão bem documentados.

BPMs podem ser utilizados como modelos de um LIMS, para organizar o fluxo de trabalho dentro de um laboratório. Com isto, obtém-se uma maior automação de processos e um aumento da eficiência de cada etapa dentro de um determinado escopo [3].

Eles podem ser utilizados em conjunto pois tanto os sistemas de controle de acesso, coleta e análise de dados quanto o BPM têm como objetivo a automação e gerenciamento de processos complexos em uma organização. Ambos buscam melhorar a eficiência operacional, reduzir erros e aumentar a qualidade dos resultados.

É importante que o sistema esteja integrado com todos os passos do BPM modelado, especialmente em laboratórios e indústrias farmacêuticas, químicas e de biotecnologia, ajudando a melhorar a eficiência operacional, aumentando a precisão dos resultados e reduzindo erros com a automação de tarefas repetitivas e da validação dos dados a serem colocados no sistema.

Para isso, utiliza-se LIMS que integram BPMs na construção de seus fluxos de trabalhos para que possam ser implementados em ambientes laboratoriais, seguindo todos os padrões necessários para sua implementação correta, garantindo a compatibilidade e a interoperabilidade entre diferentes sistemas utilizados.

1.6 LIMS baseados em BPM

LIMS baseados em BPMs juntam a modelagem de fluxos de trabalho com a utilização do BPM e a gestão de dados e integração de software na organização presentes em um LIMS, ajudando a melho-

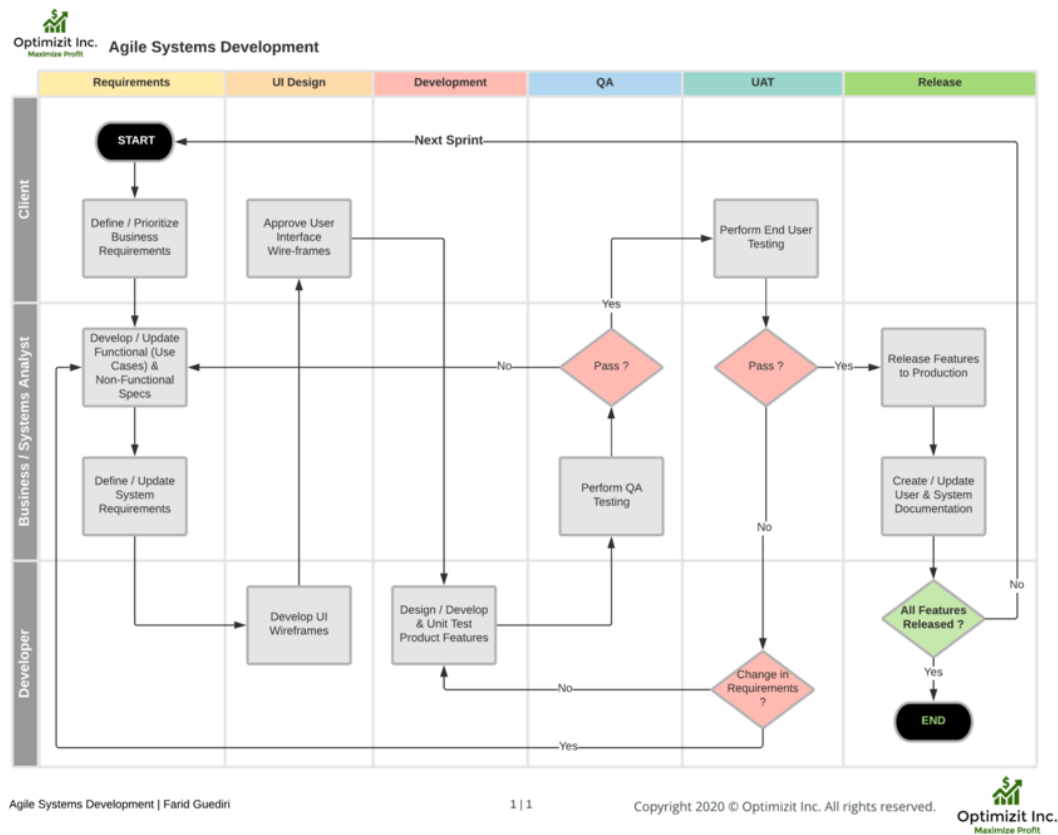


Figura 1
Exemplos de um método ágil modelado como um BPM

rar a eficiência e qualidade dos processos de laboratório e permitindo que os usuários configurem, gerenciem e monitorem os processos de forma mais eficiente. Isso é feito através da automação de fluxos de trabalho, permitindo que as tarefas sejam atribuídas aos usuários corretos, no momento certo e com a quantidade certa de informações [14, 15].

Além disso, o uso de BPM em um LIMS permite a integração de diferentes sistemas e aplicativos, facilitando a comunicação entre equipes e melhorando a colaboração entre elas, já que todo o processo de negócio das equipes estará modelada dentro do LIMS. A padronização dos processos também ajuda a garantir a qualidade e precisão dos dados gerados pelo laboratório [14, 15].

1.6.1 Vantagens de LIMS baseados em BPM

Os BPMs trazem melhorias significativas com sua utilização em um LIMS, como a padronização de processos que serão executados, reduzindo a variabilidades nos resultados e melhorando a confiabilidade das análises, além de facilitar a automatização de tarefas repetitivas e padronizadas, o que diminui ainda mais os erros e aumentam a produtividade [14, 15].

Com a definição do fluxo de negócios implementada em um LIMS, é possível também fazer a otimização deste processo, já que o BPM permite a identificação de gargalos e pontos de melhoria nos processos de laboratório, permitindo uma melhoria contínua [16].

Um LIMS implementado em laboratórios de saúde pode ser utilizado para gerenciamento de coleta, processamento e análise de amostras de pacientes. Quando um BPM está implementado neste mesmo LIMS, há a definição dos processos envolvidos na realização dos mesmos por meio de diagrama de fluxos, facilitando sua otimização e colaboração entre as equipes de laboratório e outros departamentos [14, 15].

Com a definição do processo e gerenciamento dos dados pelo LIMS, diminui-se a quantidade de erros que podem acontecer na entrada de dados pelos usuários do software, já que pode-se ter uma integração grande com o software de armazenamento de dados diretamente com uma máquina que processa amostras médicas, por exemplo.

Também há a maior facilidade de seguir regulamentações. Os laboratórios são regulamentados por várias agências reguladoras, como a FDA (Food and Drug Administration), ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e ISO (International Organization for Standardization). Essas agências estabelecem requisitos rigorosos para garantir a qualidade e segurança dos produtos e serviços fornecidos pelos laboratórios e o LIMS com BPM garante que o laboratório segue estas regulamentações ao modelar o processo de negócios a ser executado.

A utilização de um LIMS que implementa BPM aumenta a rastreabilidade de amostras desde o momento que são recebidas até o momento em que são descartadas, melhora o gerenciamento

de documentos como procedimentos operacionais padrão (SOPs) e também servem para auditoria dos processos e validação dos resultados por salvarem todas as informações em bancos de dados, garantindo que eles sejam precisos e confiáveis e atendam aos requisitos regulatórios.

1.6.2 Desvantagens de LIMS baseados em BPM

Algumas das desvantagens de uma implementação de LIMS baseados em BPMs são o preço de implementação, complexidade para o usuário, personalização do BPM para o LIMS e falta de flexibilidade a depender da implementação do software. Essa flexibilidade é determinada pela dificuldade na alteração do BPM após a sua implementação ser feita no software, tomando tempo e dinheiro para ser feito o remodelamento do BPM, além de necessitar de suporte para fazer essa nova integração.

O preço vem da complexidade de implementação das duas tarefas: tanto do LIMS quanto do BPM [17]. Com a complexidade de implementação, vem também a complexidade para os usuários entenderem sua utilização em uma interface intuitiva [18].

A integração entre BPM e LIMS também pode gerar muitas dificuldades na personalização de interface e um BPM específico pode requisitar mudanças no LIMS para que ele possa ser implementado corretamente, aumentando a complexidade de implementação do software já que ele deve ser flexível o suficiente para conseguir implementar inúmeros BPMs diferentes sem grandes necessidades de alteração no código do software, e isso aumenta o custo de implementação tanto do LIMS quanto do BPM.

1.7 O que pode ser feito

Este trabalho apresenta uma nova maneira de execução de fluxo de trabalho de BPMs dentro de um LIMS para que a personalização da interface do usuário seja integrada com BPMs. Para isso, foi utilizado o LIMS Flux (mais explicado na seção 3) para implementação de workflows dinâmicos.

Workflows dinâmicos permitem que o usuário centralize sua visão em uma atividade desejada, sendo particularmente útil em organizações que possuem workflows complexos que contém muitas atividades, envolvendo várias etapas para ser executado.

A funcionalidade de centralização de atividade dentro de um workflow pode ser utilizada pelos usuários para selecionar a atividade desejada para obter dados requeridos de maneira mais rápida, atendendo às necessidades específicas daquele usuário de maneira pontual. Isso permite que cada pessoa se concentre nas atividades que são mais relevantes para suas tarefas no momento da utilização do software, personalizando seu uso.

Quando o usuário seleciona uma atividade a ser centralizada, o LIMS altera a ordem do BPM para que o usuário tenha uma melhor visualização do workflow, transformando a atividade selecionada na atividade inicial do BPM.

Atividades anteriores à selecionada ficam disponíveis para obtenção de dados que podem ser necessários para execução da atividade centralizada, sendo disponíveis com mudanças na interface para identificar que a atividade é anterior à selecionada.

Para que esta implementação fosse mais eficiente no sistema, também foi efetuado a junção de diferentes BPMs em uma única modelagem com múltiplas atividades iniciais que podem ser compartilhadas entre os mesmos. Assim, quando um usuário faz mais de uma função em um laboratório, ele pode acessar os diferentes fluxos de trabalho da mesma interface, até mesmo centralizando as atividades dos diferentes workflows com a funcionalidade explicada anteriormente.

Esta implementação ajuda a unificar as informações dentro do sistema em uma única interface, facilitando o acesso às informações e aumentando a eficiência da utilização do LIMS, além de possibilitar o compartilhamento de atividades entre execuções de um processo de negócios.

2 Sistemas de coleta de dados

O grande volume de dados gerados e utilizados por aplicações e como analisá-los é tema de várias pesquisas, sejam elas por corporações ou por pesquisas acadêmicas [19]. Principalmente na área biomédica, temos a geração de enormes quantidades de dados com a evolução das tecnologias de sequenciamento genético [20].

As áreas de telemedicina também estão sofrendo avanços enormes nos últimos anos com a vinda da pandemia do SarsCov2, o Covid19 [21, 22, 23], e com isso também houve o aumento exorbitante da geração de dados no campo médico para que houvesse um atendimento mais rápido e melhorado dos pacientes [24, 25].

Essa quantidade de dados gerado deve ser armazenada, analisada e ter proteção contra acessos não autorizados. O software que obtém essa quantidade de dados tem como responsabilidade assegurar todos os pontos anteriores, além de facilitar o acesso dos dados aos usuários por meio de interfaces facilitadoras [26].

2.1 Solução para o grande volume de dados gerados

Existem inúmeras soluções criadas para uso profissional, além de um grande número de pesquisas para tratar da crescente quantidade de dados gerados tanto por laboratórios quanto por sistemas de telemedicina [27].

Uma das soluções criadas para resolução deste problema é chamado de Laboratory information management system (LIMS), e já existem para uso pessoal ou de corporações, como o Bika [28], MetaLIMS [29], Labvantage [30], Flux [31], e suas funcionalidades serão explicados na seção 2.3

Este tipo de sistemas biomédicos são especializados para implementação em laboratórios de maneira a se integrar com equipamentos e outros softwares já existentes na organização. Os LIMS são uma ferramenta poderosa feita para facilitar o gerenciamento e análise de dados com segurança e eficiência.

2.2 LIMS

Laboratory information management system (LIMS), ou sistema de gerenciamento de informações de laboratório é um tipo de softwares criado para gestão de dados, processos, máquinas e pessoas de forma segura e muitas vezes automatizada [32].

LIMS podem ser utilizados em qualquer sistema que necessita de coleta de dados, automação e integração de pessoas e máquinas para obtenção de resultados consistentes e para manter a segurança de tais dados [1, 33].

Um dos exemplos deste tipo de cenário é na área de telemedicina, que, com a vinda da pandemia do SarsCov2 no fim de 2019, sofreu um aumento significativo de sua utilização com mais e mais pacientes surgindo e com lockdowns acontecendo, fazendo com que pessoas ficassem em casa e não pudessem fazer visitas médicas presenciais [22, 21, 23].

Isso também levou ao grande aumento de dados sendo guardados por sistemas. Em muitos hospitais, ainda são utilizados sistemas antigos de armazenamento de informações, guardando dados escritos a mão em grandes salas utilizadas apenas para armazenamento de dados de pacientes [34]. Este tipo de sistema, utilizado na pandemia, diminui muito a eficiência das equipes e não pode ser escalonado para grandes quantidades de dados.

O próprio governo brasileiro expandiu a utilização de softwares no sistema único de saúde (SUS), aumentando o projeto de centralização dos dados de pacientes por todo o país para que todos fossem armazenados em um banco que todos os médicos tivessem acesso para melhoria na eficiência de processos e unificação de hospitais [35], utilizando o e-SUS, com ênfase na “estratégia para reestruturar as informações da Atenção Primária em nível nacional” [36].

Para a área laboratorial, temos diversos exemplos de utilização para automação de processos e experimentos, além do aumento no nível de segurança de dados e facilitação no gerenciamento e análise dos mesmos, sendo necessário pela grande quantidade de dados que um laboratório pode gerar com seus experimentos, além do dever de seguir rigorosas regras de regulamentação [37, 38].

É importante que o LIMS esteja integrado com todas as atividades para que aumente a eficiência e automação no ambiente que o sistema está implementado. Isso inclui a utilização pelos funcionários, sendo o LIMS moldado para todo tipo de funcionário na companhia.

Existem inúmeras maneiras de se construir um LIMS, sendo uma delas a modelagem dos trabalhos da organização em etapas sequenciais, cada uma com seus próprios requisitos de entrada e saída, seguindo uma estrutura de fluxo de trabalhos como o de Business Process Model (BPM) [37].

BPM é uma metodologia de modelar trabalhos e processos que gera atividades representando fluxos de trabalho que são necessários para chegar a um objetivo dentro de uma organização. Com a modelagem do BPM, chegamos a uma arquitetura de processos que pode ser dividida de maneira a aumentar a eficácia de um grupo de pessoas no trabalho modelado [39].

Ao utilizar o BPM com LIMS, podemos utilizar o BPMN, ou Business Process Management Notation, uma notação que é padronizada [40] e pode ser utilizada juntamente a um LIMS para modelar os processos e já poder integrar o fluxo de trabalho diretamente ao software de coleta de

dados e automatização de processos [41].

A utilização de BPMs em LIMS ajuda na produtividade dos usuários, já que o sistema pode definir e automatizar partes do processo, reduzindo assim a quantidade de erros no processo por restringir as partes críticas das atividades seguindo as políticas do laboratório. Com isso, temos também a redução de microgerenciamento dos gerentes da empresa, por ter um controle sobre os dados maior com medidas de segurança e por todos os funcionários seguirem o mesmo protocolo de preenchimento de dados e acatamento de resoluções [42].

Entretanto, as desvantagens de sua integração podem ser a falta de comunicação entre pessoas para seguir as regras da empresa caso os processos sejam modelados de maneira a não permitir a comunicação entre usuários do software, dificuldade em inovações caso a modelagem seja muito restritiva, não permitindo pensamentos criativos dentro da empresa.

Estas desvantagens podem aparecer principalmente quando há uma abordagem inadequada ou excessivamente rígida na implementação do BPM, e não necessariamente serão sempre um problema na organização que o implementa.

Para isto, é importante que pessoas experientes em modelagem de BPMs estejam disponíveis para implementação do mesmo dentro da organização, demonstrando mais um malefício deste tipo de implantação: O custo elevado, a complexidade de elaboração e a dificuldade de achar pessoas experientes em modelagem nestes ambientes.

Para implementar corretamente um BPM, deve-se ter um alinhamento estratégico com os objetivos da organização, levando em consideração todas as partes que a compõem como, no caso de um laboratório, gerência, técnicos de laboratório, cientistas e estudantes.

Os benefícios da utilização de um LIMS em um ambiente laboratorial vem do aumento da eficiência dos cientistas, técnicos, gerência e comunicação externa entre laboratórios vinda da integração do software com as partes necessárias para gravação e obtenção de dados. Sendo assim, um LIMS seguro pode fornecer todos os dados em uma tela rápida para a gerência e, caso um cientista vir a utilizar do software, ter outra tela mais relevante disponibilizando apenas as informações necessárias para aquele individuo, aumentando assim sua produtividade.

Os problemas que podem vir da implementação de um LIMS é que, se mal implementado, a interface pode ser não intuitiva, de forma a diminuir a produtividade dos envolvidos. Caso este LIMS não integre com as partes laboratoriais, ele pode se tornar uma dificuldade a mais no dia a dia do usuário, tendo que repetir dados em locais diferentes pela falta de automação, fazendo com que a acurácia também caia - erros de entrada de dados no programa podem ocorrer.

Os dados de um LIMS precisam ser guardados em bancos de dados seguros e apenas liberar o acesso a esses dados para pessoas autorizadas, então é necessário que tenha um modelo de segurança

de acesso integrado para que isso seja possível. Esta necessidade existe pois os dados que estão nestes LIMS, muitas vezes, são dados sensíveis e que devem ser acessíveis apenas por pessoas autorizadas.

Desta forma, é implementada uma hierarquia de usuários para que cada classe de usuário (Gerente, cientista, técnico...) tenha diferentes tipos de acesso aos dados. Assim, é possível gerenciar quais usuários recebem acesso a quais tipos de dados dentro do sistema, mantendo um nível de segurança dinâmico para cada usuário diferente do software.

2.3 Exemplos de sistemas LIMS

Nesta seção iremos falar sobre alguns LIMS que são conhecidos e citaremos algumas das suas capacidades para integração de um fluxo de trabalho dentro deles.

2.3.1 Bika

Bika é um LIMS que pode ser utilizado por qualquer organização. Além de ser um gratuito, ele tem integração com vários equipamento biomédicos, mas ainda faltam interações entre equipamentos essenciais que fazem dele um LIMS menos poderoso por não conseguir se integrar com o fluxo de trabalho do laboratório de maneira generalizada [43].

O Bika permite que organizações configurem suas próprias práticas de laboratório, fluxos de trabalho, modelos de dados e relatórios de saída. O sistema é baseado em um modelo de informações flexível que pode ser adaptado às necessidades específicas de um laboratório.

Algumas das principais funcionalidades que se destacam são as de gerenciamento de amostras, gerenciamento de ensaios, gerenciamento de resultados e gerenciamento de clientes dentro do mesmo software.

A integração de equipamentos laboratoriais deve ser programada individualmente para cada equipamento pelos desenvolvedores do sistema, diminuindo a integração do software dentro da organização.

Além disso, a interface implementada para uma organização segue tópicos de preenchimento, não seguindo um fluxo de trabalho como um BPM modelado. Assim, seguir um passo a passo nesta plataforma fica com uma maior propensão ao erro, já que a plataforma deixa que o usuário execute qualquer tipo de atividade a qualquer momento.

2.3.2 MetaLIMS

O MetaLIMS é um sistema de gerenciamento de informações de laboratório (LIMS) que foi projetado para atender as necessidades de laboratórios de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em ciências da vida, química e materiais. Ele é desenvolvido pela MetaSystems, uma empresa que oferece soluções para laboratórios de genômica e citogenômica.

O sistema permite que os usuários registrem informações sobre amostras, experimentos, resultados, protocolos e instrumentos de laboratório em um único local centralizado. Ele também permite que os usuários rastreiem o status das amostras em tempo real, gerenciem tarefas e atribuam recursos, além de oferecer recursos de geração de relatórios e visualização de dados.

MetaLIMS não utiliza conceitos de BPM (Business Process Management) para gerenciar os fluxos de trabalho e processos de laboratório, disponibilizando campos personalizáveis para entradas de amostras em projetos existentes dentro do LIMS. Além disso, o projeto não está sendo mantido mais, com última atualização em 2018.

2.3.3 Labvantage

O Labvantage LIMS é um sistema de gerenciamento de informações de laboratório (LIMS) desenvolvido pela LabVantage Solutions, uma empresa de software que oferece soluções para laboratórios em diferentes setores. O sistema é projetado para atender às necessidades de laboratórios de diferentes tamanhos e complexidades em diversas indústrias, incluindo farmacêutica, biotecnologia, alimentos e bebidas, ambiental e química.

O LabVantage permite que os usuários configurem fluxos de trabalho de forma flexível, definindo etapas sequenciais, atividades paralelas e condições de entrada e saída por meio de definição do fluxo de trabalho utilizando BPM. Isso ajuda a garantir que todos os experimentos e análises sigam um processo padronizado e controlado, aumentando a qualidade e a confiabilidade dos dados gerados.

O sistema disponibilizado é pago e contém soluções pré programadas para tipos de empresa diferentes. Caso o usuário queira uma experiência diferente, é necessário pedir aos desenvolvedores do programa para desenvolverem uma solução para sua organização.

Como o BPM modelado em uma organização está em constante mudança para se adaptar aos trabalhos feitos dentro da empresa, isso desacelera consideravelmente a implementação de novos fluxos de trabalhos ou atualização de fluxos de trabalhos existentes, já que o LIMS Labvantage não é programado para que alterações sejam feitas.

2.3.4 Flux

O LIMS Flux é um sistema de gerenciamento de informações de laboratório (LIMS) que permite que laboratórios gerenciem e rastreiem seus processos e dados de amostras. Por ser a ferramenta central utilizada neste trabalho, ele será melhor explicado na seção 3.

3 Flux

O LIMS Flux é um sistema de gerenciamento de informações de laboratório (LIMS) que permite que laboratórios gerenciem e rastreiem seus processos e dados de amostras. O LIMS Flux é um software baseado em nuvem que pode ser acessado de qualquer lugar, a qualquer momento, através de um navegador da web.

O sistema é altamente configurável e pode ser personalizado para atender às necessidades específicas de cada laboratório. Ele é projetado para ajudar laboratórios a gerenciar fluxos de trabalho, desde o registro de amostras até a geração de relatórios finais.

O Flux utiliza o conceito de BPM na construção de seus workflows, definindo cada parte do fluxo de trabalho como atividades e como atributos as informações dentro de cada atividade. Com isso, pode-se construir qualquer tipo de workflow dentro do Flux, podendo abstrair BPMs para serem implementados.

Com o treinamento necessário e o conhecimento técnico de modelagem de BPMs, um administrador laboratorial pode utilizá-lo para criar um workflow seguindo o BPM modelado para a organização, personalizando o fluxo de trabalho de maneira a se integrar com o laboratório.

Ele pode ser considerado um meta LIMS: O software pode ser utilizado para criação de workflows (fluxos de trabalho) com atividades e atributos que seguem os padrões de um laboratório ou telemedicina, conseguindo automatizar a entrada de informações da atividade e integrar com o restante do laboratório independente de outros softwares utilizados.

A integração de outros softwares é uma capacidade importante que permite que diferentes aplicativos e sistemas funcionem juntos, trocando informações de forma automática para melhorar a eficiência do LIMS. No caso do Flux, ele atinge essa funcionalidade com a funcionalidade de executar qualquer tipo de programa em qualquer linguagem por meio de plugins dentro do workflow criado. Sendo assim, o Flux pode ser integrado com todo o laboratório, não sendo necessário que algum administrador do software implemente alguma iteração e disponibilize para os usuários.

3.1 Seleção do LIMS

O Flux foi utilizado pela facilidade na modelagem de workflows variados utilizando BPM. Tendo em mente os objetivos deste trabalho, ele foi modificado para atender às demandas para resolução dos mesmos, como alteração da interface a depender do usuário que está utilizando do software,

acelerando o acesso às informações, diminuindo o tempo de busca dentro do programa e também a troca de informações entre diferentes BPMs, e unificando a modelagem de diferentes tipos de workflows em um grande BPM com diferentes atividades iniciais.

Com a utilização de BPMs, como implementada no Flux modularmente, há uma maior flexibilidade na modelagem dos processos, diminuindo os custos de desenvolvimento já que qualquer pessoa com o conhecimento do próprio software e de construção de BPMs consegue desenvolver um fluxo de trabalho de um modelo de negócios.

Isso diminui (mas não elimina) alguns dos problemas que envolvem LIMS que implementam BPMs como o custo elevado pela complexidade de desenvolvimento do programa, pois ainda necessita de pessoas que saibam modelar os processos mas não necessariamente que sejam desenvolvedores de software.

Com o Flux, construímos BPMs complexos para serem implementados, mostrando a necessidade de melhorias na obtenção de dados para agilizar o trabalho dos usuários. Os BPMs complexos que foram utilizados são utilizados hoje por organizações que utilizam o Flux como ponto central nos trabalhos feitos.

BPMs, sendo apenas uma maneira de descrever fluxos de trabalho e modelagem de processos, não disponibilizam nenhuma forma de seleção de dados, ficando a cargo do LIMS implementar algum tipo de recurso para disponibilização de informações aos usuários.

Quando o fluxo de trabalho é muito grande, tomamos tempo do usuário, fazendo-o procurar dentro do fluxo de trabalho, em meio a inúmeras informações disponíveis. Isso faz com que o usuário perca tempo em forma de inúmeros cliques dentro de uma interface que muitas vezes não é intuitiva [44].

Com múltiplas pessoas tendo diferentes funções dentro do mesmo workflow, é muito improvável que todas elas estejam fazendo a mesma função e necessitando das mesmas informações. A interface, então, deve ser alterada para que cada usuário tenha uma visão diferente quando está utilizando o LIMS para que, com uma experiência personalizada, haja uma diminuição do tempo de procura das informações requisitadas.

Para a telemedicina, isso é de suma importância pois os médicos, que podem se tornar usuários de um LIMS, não gostam de diminuir a eficiência dos seus trabalhos aprendendo uma ferramenta nova e modelos de trabalho novos sendo que o modelo existente para armazenamento de dados já é funcional. Então, o LIMS deve ser intuitivo, personalizável e disponibilizar as informações necessárias com a menor resistência possível para o usuário.

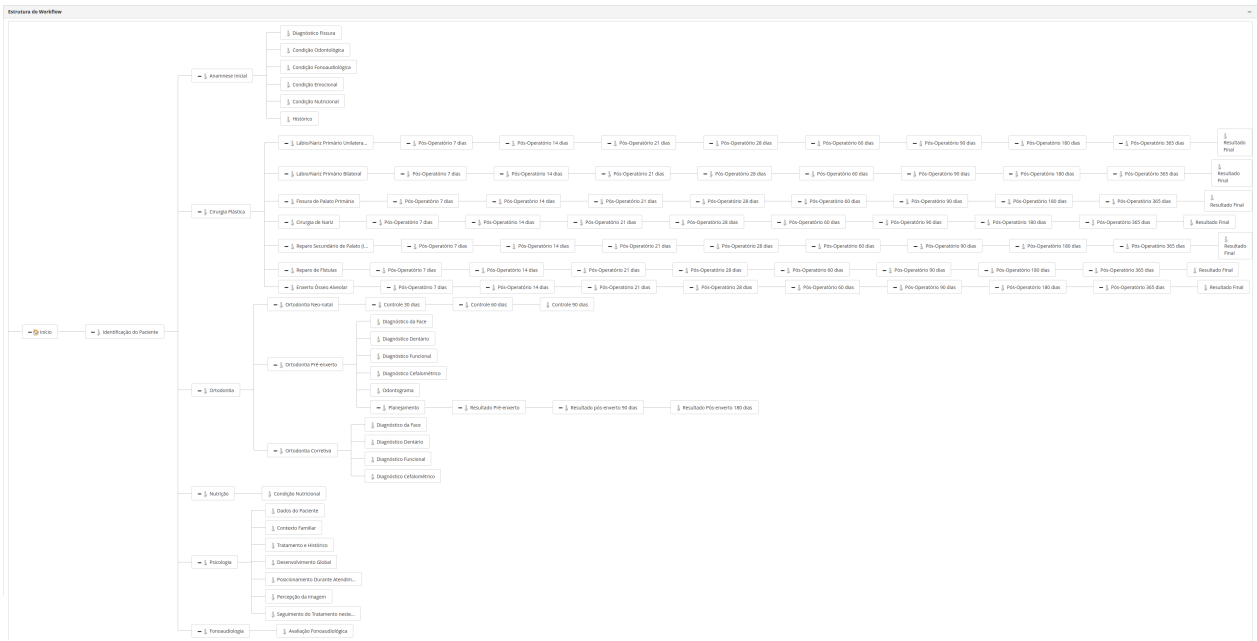


Figura 2

Estrutura do workflow CENTRARE. Podemos verificar a quantidade de atividades em cada retângulo da estrutura em árvore, tendo um profundidade máxima de 12 atividades.

3.2 Atividades profundas

Quando uma empresa modela seu processo de negócios em um BPM, é possível que existam muitos passos para completá-lo. Cada passo ou etapa no processo é chamado de atividade e, quando existem muitas atividades em sequência, chamamos de atividades profundas dentro de um processo.

Atividades profundas são aquelas que, a partir do início do fluxo de trabalhos, exigem um grande número de atividades intermediárias até que elas fiquem disponíveis, sendo necessário executar cada atividade anterior para alcançá-la.

Workflows complexos tendem a ter uma profundidade grande, que torna difícil a busca e a inserção de novos dados por usuários que o utilizam. Grandes workflows também podem ter múltiplos usuários em passos diferentes dentro do workflow, tendo diferentes objetivos de execução.

As atividades profundas surgem frequentemente quando um ambiente de negócios envolve muitos processos complexos, como na indústria de manufatura, setor de serviços financeiros ou em empresas com cadeias de suprimentos complexas. Essas atividades podem ajudar a garantir que todos os processos sejam executados de maneira consistente e eficiente, e que os objetivos sejam alcançados de forma efetiva, mas aumentam a profundidade do workflow consideravelmente, como podemos ver no workflow complexo representado na figura 2.

O workflow apresentado na figura é o CENTRARE, que é um fluxo de trabalho para o Centro de Tratamento e Reabilitação de Fissura Labiopalatal e Deformidade Craniofacial do hospital da baleia, em Belo Horizonte.

Nele, é feito o acompanhamento de pacientes desde o nascimento até a adolescência por múltiplos médicos de diferentes áreas da saúde como odontologia, cirurgia plástica e psicologia. Este fluxo de trabalho é utilizado para o tratamento de lábios leporinos em crianças recém nascidas, com acompanhamento completo pós cirúrgico, familiar e nutricional.

Este workflow é muito profundo e tem informações de anos acumuladas em um mesmo sistema. Essas atividades profundas podem virar um problema quando implementadas em um LIMS: Encontrar informações de maneira rápida e concisa pode não ser possível a depender das possibilidades de personalização de interface do LIMS, diminuindo a eficiência do trabalho dos funcionários que utilizam o software.

A agregação, tratamento e disponibilização destes dados tanto para os usuários que o utilizam quanto para a empresa que os coletam é de grande importância para o desenvolvimento de soluções em aplicativos para saúde de usuários e também disponibilização de informações relacionadas com o estilo de vida das pessoas.

A necessidade de uma interface intuitiva, rápida e eficaz para os usuários chave de um LIMS é de muita importância para sua implementação. Também ajuda na implantação de um sistema LIMS por diminuir o atrito da adoção do software na organização, já que existe uma grande resistência na adoção de novas tecnologias, especialmente se estiverem acostumados a trabalhar com processos manuais ou sistemas legados [6]. Essa resistência pode existir por motivos como a complexidade do treinamento para sua utilização, a rapidez nos processos dentro do software e aversão à troca de sistemas já implantados pelo sistema novo.

Para que isso ocorra dentro de um workflow grande com atividades profundas é uma grande dificuldade, já que as informações dentro do programa devem ser todas mostradas para demonstrar um contexto (histórico hospitalar, por exemplo) que vai ser utilizado para completar a atividade atual, sem que isso interfira na utilização do software.

A disponibilização de informações para os funcionários, seja cientistas, seja engenheiros, seja gerentes de projeto, devem estar disponibilizadas de maneira intuitiva em uma interface dinâmica para cada usuário, para que a tarefa de encontrar informações e tarefas que devem ser feitas no dia seja realizada de maneira a aumentar a eficiência e praticidade do trabalho das pessoas envolvidas.

3.3 Atividades compartilhadas

Quando uma organização dispõe de muitos funcionários com funcionalidades diferentes, são modelados BPMs diferentes para cada um e, muitas vezes, é necessário a comunicação entre eles [45]. Com isso, algum tipo de implementação que disponibiliza a troca de informações entre atividades de diferentes BPMs modelados dentro de um LIMS ajuda na cooperação entre usuários de diferentes workflows.

Uma visão macro do workflow, ou seja, uma visão de todos os workflows em uma mesma estrutura e em uma mesma interface ajuda, por exemplo, um gerente de laboratório a visualizar quais trabalhos estão sendo feitos e obter dados como quais atividades devem ser feitas com mais frequência, onde estão as ineficiências do laboratório e como melhorá-las.

O compartilhamento de informações entre funcionários da organização que implementa o LIMS com compartilhamento de informações entre atividades ganha maior eficiência por ter todos os dados necessários para o seu trabalho dentro da mesma interface já utilizada.

A organização é otimizada com a maior integração do software nos afazeres diários dos funcionários, além de ter uma maior segurança dos dados, já que ficarão armazenados com o mesmo sistema de segurança para todas as funções.

A comunicação entre workflows permite que exista um histórico de atividades dentro do LIMS para cada troca de informações, facilitando a análise do processo como um todo, que é o objetivo da implementação de um BPM para modelar um processo de negócios. Temos o tempo de resposta entre workflows distintos dentro da empresa, dados sobre a comunicação que poderiam ser perdido, maior automação dos processos como um envio de uma amostra diretamente para o usuário interessado ou até mesmo para a própria máquina que lê os dados e já os processa.

Esta comunicação entre workflows ocorre compartilhando informações de uma mesma atividade entre múltiplas instâncias de BPMs diferentes, unidos em um mesmo workflow com múltiplas atividades inicial. Isto é, uma mesma atividade A executada pode ser acessada por todos os fluxos de trabalho que contém aquela atividade sendo compartilhada entre elas.

Utilizando o sistema de permissões utilizado no LIMS Flux [46] e a reestruturação feita no software para permitir que atividades possam conversar entre si, pode ser feita uma implementação de troca de informações e compartilhamento de trabalhos com diferentes setores de uma empresa, tornando uma ferramenta poderosa para que múltiplos workflows de um mesmo laboratório possam se juntar, tendo comunicação entre os usuários e aumentando a integração.

3.4 Arquitetura do Flux

Esta seção irá esclarecer como o Flux denomina cada parte do BPM e como é feita sua criação para implementação dentro do mesmo. Essas definições serão importantes para melhor leitura das implementações feitas no Flux.

3.4.1 Atributos, Atividades e Instâncias

Os atributos de uma atividade definem as informações que poderão ser acrescentadas a uma atividade, isto é, os atributos definem quais dados poderão ser adicionados a cada atividade, definindo também seu tipo (número, texto...), obrigatoriedade, correlação com outros atributos, e um conjunto de atributos em um passo específico de um workflow forma uma atividade.

Uma atividade em um workflow define um passo no BPM modelado. Em um workflow, podem existir qualquer número de atividades, sendo uma atividade inicial para iniciar o BPM, seguido de atividades dependentes das atividades anteriores em um formato de árvore na definição computacional. Estas atividades são modeladas utilizando o BPMN (Business Process Model and Notation), desenhando o workflow em um diagrama de fluxos.

Um conjunto de atividades formam um workflow modelado dentro do software. Esse conjunto de atividades deve ser executado uma ou mais vezes, definindo ações que podem ser executadas para executar um processo. Neste caso, necessitamos que estas atividades estejam separadas para cada execução, para que os dados possam ser registrados para apenas aquela execução.

Para isso, o Flux utiliza de instâncias, que nada mais é que uma separação entre as diferentes execuções de um workflow. Cada instância é criada quando executamos a primeira atividade do workflow selecionado, definindo o início de um novo processo a ser executado. Um workflow pode ter uma ou mais instâncias, sendo a execução delas o ponto principal do Flux. Cada workflow pode ser criado através do editor de workflows que existe dentro do próprio Flux, onde podem ser construídos e editados para seguirem um BPM modelado para a organização que irá utilizá-lo.

O editor de workflows funciona de maneira intuitiva para o usuário, sem a necessidade de utilizar uma linguagem de programação, apenas arrastar atributos para atividades criadas e criar atividades seguindo um modelo construído. Na figura 4 representando o workflow CENTRARE no editor de workflows, podemos ver a árvore de atividades no canto esquerdo da tela, bem como os atributos da atividade na tabela “Atividade nova” e atributos disponíveis para serem adicionados na atividade na tabela “Atributos disponíveis”.

Atividades podem ser filhas de outra atividade, ou seja, elas dependem da execução da atividade pai para que elas possam ser executadas, ou podem ser irmãs de outras atividades, que significa que

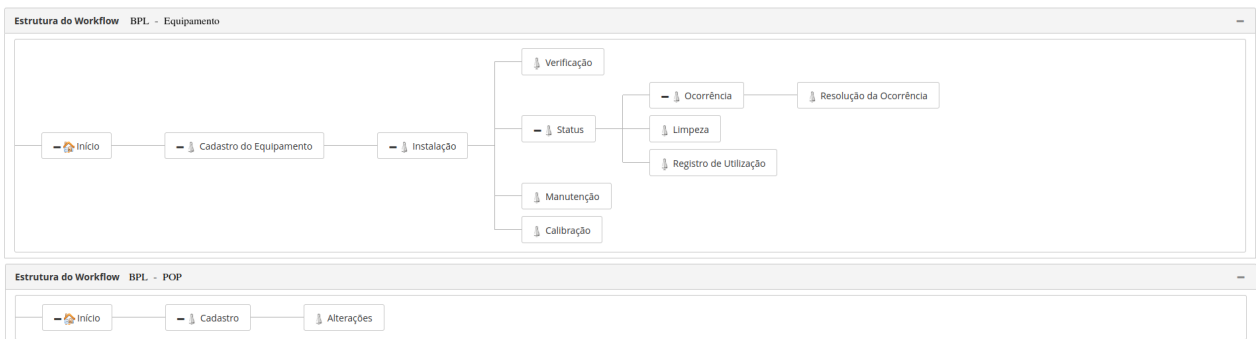


Figura 3

Estrutura de dois workflows: BPL - POP e BPL Equipamentos. A atividade inicial destes workflows são as atividades “Cadastro” e “Cadastro do equipamento”, respectivamente.

a sua execução não interfere na execução da atividade irmã, mas que as duas só ficam disponíveis quando a atividade pai for executada (Figura 3).

3.4.2 Transições

No Flux existe o conceito de transições. Uma transição define uma relação de dependência entre duas atividades. Para que exista uma atividade B filha de A, deve-se existir uma transição entre elas. Cada transição demonstra uma relação de dependência entre as atividades filha e as atividades pai (como visto na figura 5)

Também ocorre a existência de transições entre atividades que não são pais e filhas, que nada mais é a criação de uma transição entre elas. Quando isso ocorre, a transição dita uma correlação de dependência entre duas atividades sem a necessidade delas estarem na mesma subárvore de um workflow.

Uma transição entre duas atividades demonstra uma relação de dependência entre essas atividades, sendo necessário a execução de uma (atividade pai) para que a outra atividade (filha) possa ser executada. Caso existam múltiplas transições de atividades pai para uma filha (por meio deste tipo de transições), a atividade será disponibilizada na execução de qualquer uma das atividades pai da mesma.

3.4.3 Usuários do Flux

Existem dois tipos de usuários dentro do Flux: Usuários administradores e usuários comuns.

Usuários administradores podem gerenciar todos os quesitos do LIMS para que ele seja moldado para a organização a que pertence. Administradores podem criar workflows dentro do software,

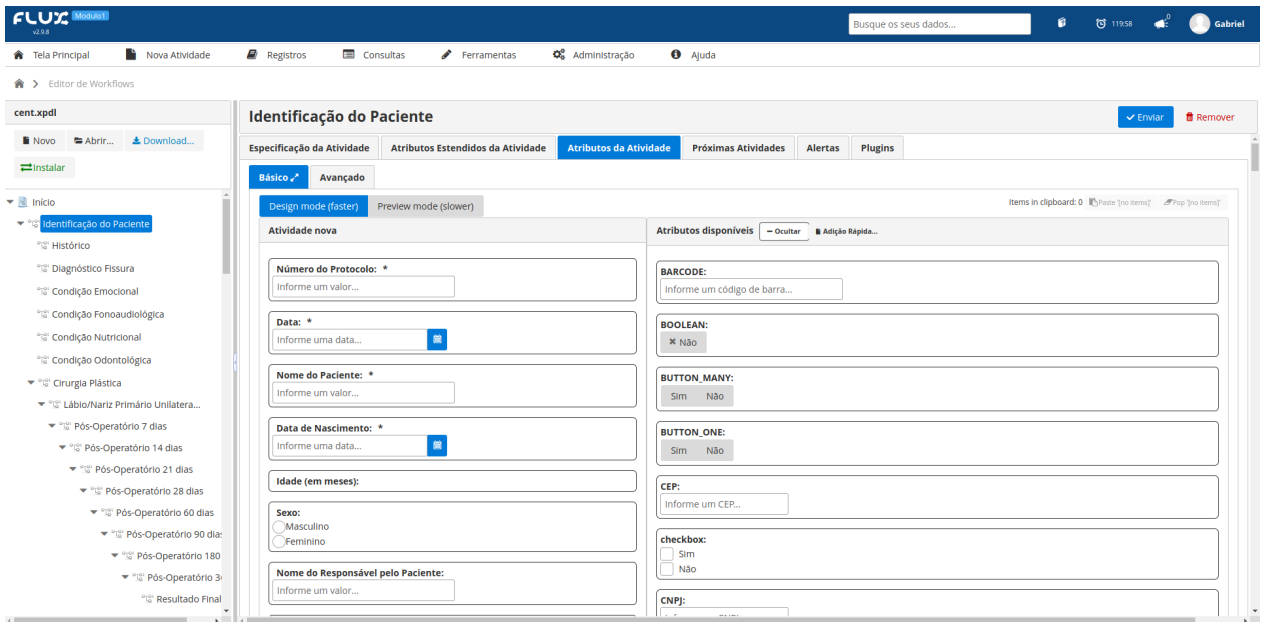
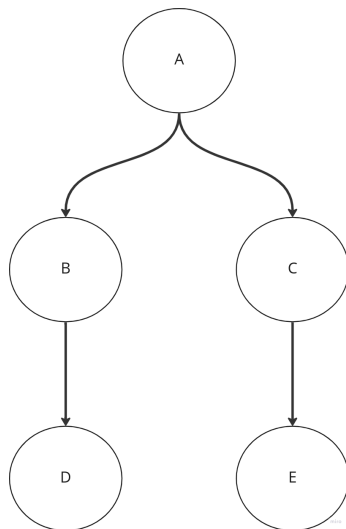
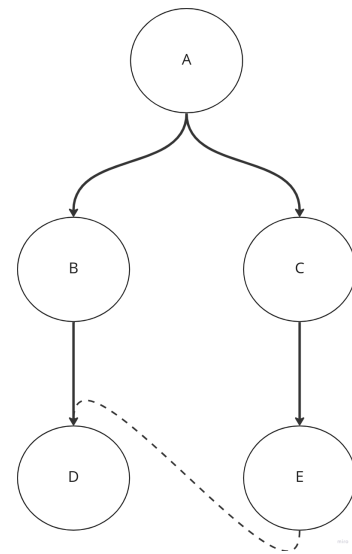


Figura 4

Visualização da primeira atividade do workflow CENTRARE e seus atributos no editor de workflows do LIMS Flux.



(a) Transições entre atividades. Atividade A é a atividade inicial e tem duas atividades filhas: B e C. Delas, temos a atividade D que é filha de B e a atividade E que é filha de C.



(b) Neste exemplo temos as mesmas transições mostradas em 5a, mas com uma transição da atividade E para a atividade D (demonstrada pela seta pontilhada). A atividade D será disponibilizada quando o usuário executar a atividade B ou E.

Figura 5

Transições entre atividades dentro do Flux. Cada atividade é representada por um círculo e cada seta entre círculos representa uma transição.

Lista de Grupos		Filtre por todos os campos: <input type="text" value="Informe um valor..."/>		Colunas
Nome	Descrição	Editar	Remover	
Técnicos de laboratório	Técnicos de laboratório			
Médicos	Médicos			
Enfermeiros	Enfermeiros			

Página 1 de 1 << < 1 > >> 10

3 grupo(s).

Figura 6

Lista de grupos criado em um sistema LIMS

configurar permissões de usuários comuns sobre o acesso deles a atividades, instâncias e workflows, além de gerenciar as contas dos próprios usuários comuns.

Os usuários comuns são aqueles que apenas executarão os workflows criados pelos administradores. O usuário comum só poderá visualizar, aprovar, executar, gerar relatórios de atividades que lhe foi dada permissão pelos administradores.

Múltiplos usuários podem executar instâncias diferentes ou até mesmo a mesma instância de um workflow utilizando o Flux. Desta maneira, pode-se integrar múltiplos participantes de um mesmo processo para executarem em paralelo atividades que façam parte do mesmo BPM.

3.4.4 Grupos de usuários

O Flux também permite a criação de grupos de usuários. A criação de grupos é feita pelo usuário administrador, que pode gerenciar quais usuários pertencem a que grupos. Estes grupos criados facilitam a atribuição de permissões em massa para workflows que serão compartilhados com muitos usuários. Um usuário pode pertencer a um ou mais grupos como demonstrado na figura 7.

3.4.5 Sistema de permissões

O Flux implementa um sistema de permissões completo, com diferentes níveis de permissão para atividades, instâncias e workflows. Um usuário administrador do sistema pode gerenciar tais permissões por meio da interface de permissões, que permite a configuração de permissões tanto para usuários individuais quanto para grupos de usuários (demonstrado na figura 8).

Existem 5 níveis de permissão no sistema hoje:

- **Visualização:** Permite ao usuário visualizar a atividade.
- **Executar:** Permite ao usuário inserir dados em uma atividade e executá-la (Gravá-la no banco de dados).

Figura 7

Edição de um usuário. Percebe-se que o usuário pode ser adicionado a um ou mais grupos pela lista de seleção apresentada pela interface no canto inferior da figura.

- **Editar:** Permite que o usuário edite dados de uma atividade já executada.
- **Aprovar:** Quando uma atividade for executada, seja pelo usuário com permissão ou por outro usuário, permite que o usuário aprove os dados da atividade. Atividades filhas só ficarão disponíveis com esta aprovação.
- **Gerar Relatório:** Permite que o usuário imprima um relatório da atividade.

Cada uma dessas permissões podem ser atribuídas separadamente para cada usuário e/ou grupo de usuários, para cada atividade de um workflow (como demonstrado na figura 9).

Caso um usuário pertença a um grupo de usuários que detêm um conjunto de permissões, este usuário irá receber todas as permissões atribuídas àquele grupo. Com isso, há uma maior facilidade para atribuição de permissões para múltiplos usuários ao mesmo tempo com a criação de grupos diferentes para cada setor da organização, já que pode existir um número grande de atividades no workflow modelado.

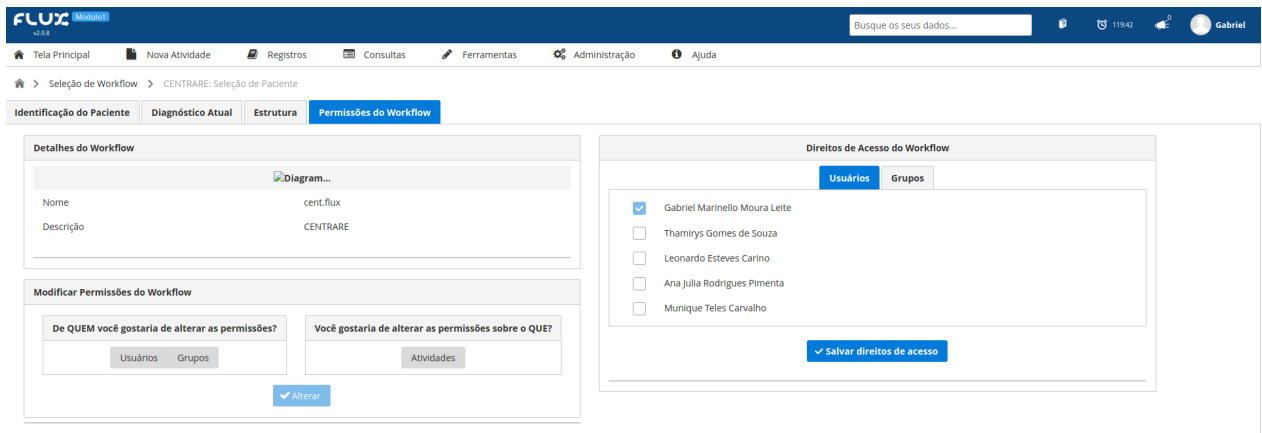


Figura 8

Interface para alteração de permissões de um workflow (neste caso, do workflow CENTRARE). Caso um usuário não tenha nenhuma permissão em um workflow, o workflow não aparece na interface deste usuário (Usuários desmarcados no canto direito da tela).

Permissões do Workflow

Gabriel Marinello Moura Leite

	Executar	Visualizar	Editar	Aprovar	Gerar relatório
Identificação do Paciente <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Histórico <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Diagnóstico Fissura <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Condição Odontológica <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Condição Fonoaudiológica <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Condição Emocional <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cirurgia Plástica <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Cirurgia de Nariz <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 9

Tela para adição de permissões em atividades do workflow CENTRARE. O usuário administrador pode atribuir permissões diferentes para cada atividade, para cada usuário ou grupo de usuários.

4 Workflows Dinâmicos

4.1 Problema

Embora os sistemas LIMS possam ser uma ferramenta valiosa para gerenciar e rastrear dados em laboratórios, eles podem apresentar alguns desafios, como a complexidade na sua utilização, com necessidade de quantidades significativas de conhecimento e treinamento [5].

Um dos grandes problemas que ele pode trazer para a área laboratorial ou médica é a falta de personalização: Para atender às necessidades de laboratórios específicos, os LIMS precisam ser altamente personalizáveis.

Os LIMS tem como finalidade serem uma ferramenta para facilitar a coleta, armazenamento e análise de dados em laboratórios. Com esta capacidade, o LIMS permite que usuários tenham informações sobre experimentos, amostras e instrumentos utilizados na área em que está implementado.

O LIMS também pode ajudar a garantir a qualidade dos dados, melhorar a rastreabilidade e a conformidade regulatória e, com a disponibilização das informações em um ambiente centralizado, aumentar a cooperatividade entre equipes e departamentos.

A personalização da interface do sistema LIMS desempenha um papel crucial na facilitação da coleta e análise dos dados disponíveis. Com uma interface personalizada, os usuários podem ajustar o sistema para atender às suas necessidades específicas, melhorando a eficiência e a usabilidade do sistema.

Por exemplo, esta personalização pode disponibilizar informações relevantes naquele momento para o usuário que esteja procurando por dados específicos de um fluxo de trabalho que este gerencia.

Este recurso pode ajudar, também, a simplificar a navegação do sistema, permitindo que os usuários acessem rapidamente as informações que precisam. Isso pode ser particularmente útil para equipes que trabalham em vários projetos ou em diferente áreas de um laboratório, como no caso de um gerente laboratorial.

4.2 Proposta

Workflows dinâmicos tem como objetivo aumentar a velocidade do acesso aos dados dando a possibilidade ao usuário de selecionar uma atividade a ser focada como atividade principal no momento

do acesso. Essa implementação muda a ordem do BPM modelado, permitindo que a atividade selecionada vire a primeira atividade do BPM, ou seja, essa será a primeira atividade que o usuário irá visualizar quando acessar o workflow.

Isso permite que o usuário visualize a atividade com as informações de importância pontual, pulando atividades que não contêm informações necessárias no momento. Com o foco da visualização na atividade selecionada, também há a disponibilização de dados antigos para que, na necessidade de algum dado anterior, ele ainda esteja disponível para acesso.

4.2.1 Troca de ordem de atividades

A possibilidade de alteração no foco de atividades não é possível com BPMs, pois a modelagem feita necessita que ela siga uma ordem fixa do processo de negócios para que não ocorra nenhum erro de dependência de atividades. Para isso, o Flux utiliza do BPM para saber quais atividades estão disponíveis para serem focadas e, assim, caso selecionadas, alterar o BPM para que a atividade inicial do BPM seja a atividade focada, alterando a ordem de execução do BPM mas ainda mantendo as dependências entre atividades.

A reordenação do workflow acelera o acesso do usuário a partes que realmente importam para ele no momento, alterando a interface já existente para acatar às necessidades do usuário.

Como os LIMS geralmente tem uma interface complexa, com muitos dados sendo mostrados na tela e uma dificuldade dos usuários a se adaptar e utilizar o LIMS [7], com a alteração da interface para mostrar ao usuário a atividade e os dados requisitados, removemos complexidade na busca de informações dentro do software, aumentando a eficiência na busca de informações.

Isso é necessário pois a premissa de um LIMS que utiliza BPM dentro de uma área laboratorial é a otimização de processos de negócio e aumento de eficiência dos trabalhos. Com a alteração da interface, podemos obter este resultado.

4.3 Solução

Em resposta à necessidade dos LIMS aumentarem a eficiência de obtenção de dados, foi criada uma solução de workflows dinâmicos, que mudam a forma como as informações são apresentadas e disponibilizadas ao usuário. Com uma interface adaptável e intuitiva, a solução permite ao usuários acessar e interagir com informações essenciais de maneira rápida e eficiente, melhorando a experiência do usuário.

O usuário tem a possibilidade de escolher, dentre todas as atividades disponíveis para sua visualização, a centralização da atividade escolhida para que ela seja o ponto central do fluxo de trabalho.

Com isso, o usuário pode facilmente navegar para outras áreas relevantes da interface e personalizar o fluxo de trabalho de acordo com suas necessidades específicas de forma mais rápida do que seguindo o fluxo de trabalho original.

A rápida disponibilização de informações ao usuário resulta em uma série de ganhos, incluindo maior eficiência dos trabalhos feitos dentro do LIMS, já que workflows podem ser feitos com essa funcionalidade em mente, menor gasto com treinamento no uso do LIMS, já que uma interface dinâmica pode deixar a navegação mais intuitiva e aumento da produtividade do usuário com as informações disponibilizadas mais rapidamente.

O usuário deve, no entanto, saber onde as informações estão contidas dentro do fluxo do trabalho existente para selecionar a atividade correta que contém as informações desejadas. Com isso, a interface se altera para que o fluxo de trabalho seja centralizado na atividade que o usuário deseja.

As informações são disponibilizadas como se a atividade centralizada virasse a atividade inicial do workflow, ocorrendo um “giro” da atividade selecionada, transformando as atividades pais em atividades filhas da mesma, como podemos ver na figura 10.

Na figura, podemos ver a implementação original de um workflow genérico que está prestes a ser reconstruído. A atividade em vermelho será utilizada como atividade focada pelo usuário. A seta em vermelho representa o “giro” que o workflow faz para que a atividade selecionada vire a primeira atividade do workflow, centralizando na atividade.

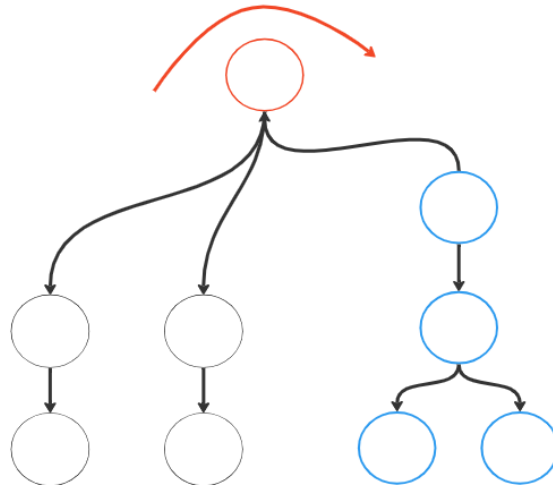
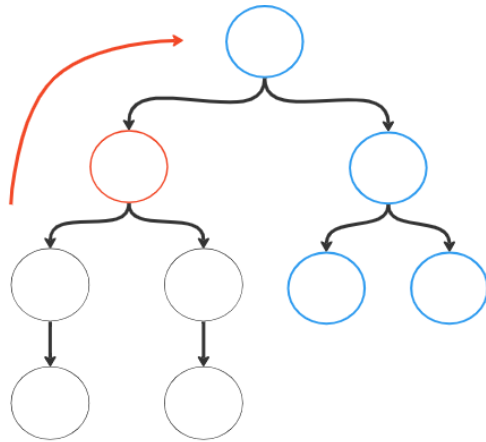
4.3.1 Mudanças no software para implementação de workflows dinâmicos

Para que o Flux pudesse focar em uma atividade dentro do workflow, alteramos a definição de instância do programa. Anteriormente, instâncias eram definidas como o início do fluxo de trabalho do usuário para execução do BPM.

Com a implementação de workflows dinâmicos, foi necessário a utilização de instâncias como o ponto de partida de execução do usuário naquele momento, e não necessariamente o início do fluxo de trabalho. As instâncias agora demonstram, como ponto inicial, a atividade focada pelo usuário.

No software, instâncias ainda são criadas apenas para a atividade original, mantendo a ordenação do BPM, mas a disponibilização de informações é feita de maneira dinâmica, criando uma instância temporária onde a atividade inicial é a atividade selecionada pelo usuário, disponibilizando esta atividade centralizada como ponto de partida para sua execução.

Para selecionar qual atividade inicial será utilizada na visualização atual, foi alterada a interface para adicionar um seletor de atividades, disponibilizando todas as atividades que o usuário tem permissão de acessar em uma lista ordenada pelo nome da mesma. Nele, temos o nome de todas as atividades do workflow selecionado que o usuário tem a permissão de visualizar.



miro

Figura 10
Representação da implementação de workflows dinâmicas.

Caso o usuário não selecione nenhuma atividade, a atividade inicial utilizada será a padrão, deixando o workflow na visualização padrão. Exemplos para esta funcionalidade são mostrados na seção 6.1.2.

A árvore de atividades também teve de ser alterada, com a criação de novos tipos de atividades: Atividades pai, ou atividades anteriores. Neste tipo de atividade (Identificados pela cor azul na figura 11), não é possível executar novas atividades, sendo existentes apenas por motivos de disponibilização de informações pertinentes à execução atual.

Foi necessário a criação deste novo tipo de atividade para disponibilizar informações de atividades anteriores para o usuário, já que as informações podem ser pertinentes para o usuário.

Na mesma figura 11 temos as informações do paciente como primeira atividade da visualização original, podendo ser necessária para preenchimento de próximas atividades da atividade selecionada “Cirurgia de Nariz”.



Figura 11

Imagem demonstrando a árvore de atividades no software original (Esquerda) e a árvore de atividades alterada (Direita). Como podemos ver, a atividade selecionada na esquerda que está no meio do workflow é a mesma atividade selecionada na direita, que agora virou a atividade focada por seleção do usuário. Atividades pai são demonstradas em azul, disponibilizando todas as informações existentes mesmo com a alteração do foco do workflow.

5 Múltiplos workflows agregados

5.1 Problema

É comum que as empresas utilizem múltiplos BPMs para gerenciar processos de diferentes setores e funcionários. No entanto, a utilização de múltiplos BPMs pode criar bolhas de informação e dificultar a comunicação entre os diferentes setores da empresa. Isso pode levar a uma falta de visibilidade e compreensão sobre o desempenho geral dos processos de negócio da organização.

Uma forma de melhorar o desempenho da organização é promover a comunicação entre os diferentes BPMs utilizados pela empresa. Isso pode ser alcançado por meio da integração dos sistemas, permitindo que as informações sejam compartilhadas, proporcionando uma visão mais completa dos processos de negócio da organização.

Além disso, a comunicação entre os BPMs pode ajudar a identificar possíveis conflitos ou ineficiências nos processos, permitindo que a organização tome medidas para otimizá-los. A comunicação também pode ajudar a garantir que os processos de negócio estejam alinhados aos objetivos estratégicos da organização.

Quando dois BPMs têm passos de processo iguais, isso significa que eles estão lidando com o mesmo tipo de atividade ou tarefa. Ao compartilhar esses passos, a organização pode reduzir o esforço duplicado de modelar e implementar o mesmo processo em sistemas separados.

Atividades compartilhadas em um LIMS permite que informações relevantes como amostras, resultados de testes e informação sobre equipamentos sejam compartilhadas entre diferentes departamentos de uma organização. Isso pode ajudar a melhorar a comunicação e colaboração entre as equipes, permitindo que eles trabalhem de forma mais eficiente e coordenada.

Além disso, o envio de eventos por meio da atividade compartilhada em um LIMS (por meio de notificações) pode permitir que as equipes monitorem e respondam rapidamente a eventos, como pedidos de exame e calibrações de equipamento. Isso pode ajudar a garantir que os processos de laboratório sejam executados de forma eficiente e que os prazos de entrega sejam cumpridos.

5.2 Múltiplos pontos de início de um workflow

Nos BPMs, não existem múltiplas atividades iniciais, já que um processo consiste de um início, e só a partir dele temos como dar progresso ao modelo de negócios. Com isso, a adição de múlti-

plas atividades iniciais que podem ser iniciadas por pessoas diferentes adiciona uma ferramenta a modelagem dos workflows.

A utilização de múltiplos inícios para BPMs facilita o compartilhamento de partes de processos de negócio que podem se repetir entre diferentes BPMs. As atividades repetidas podem ser reutilizadas em cada BPM e compartilhadas caso as informações sejam pertinentes para os BPMs envolvidos.

O compartilhamento de atividades permite que os usuários trabalhem juntos de forma mais colaborativa. Quando um usuário executa uma atividade que é compartilhada com outros BPMs, esta atividade e as informações entradas na execução são disponibilizadas para os usuários que tenham permissão, fornecendo informações sobre o trabalho realizado e permitindo que continuem a trabalhar de forma eficiente.

Após a execução desta atividade compartilhada, outros usuários podem continuar o seu próprio fluxo de trabalho, não necessariamente disponibilizando este fluxo para a pessoa que executou a atividade em si. Isso é possível com a utilização de um sistema de permissões implementado no LIMS. Um exemplo deste tipo de colaboração pode ser visto na figura 12.

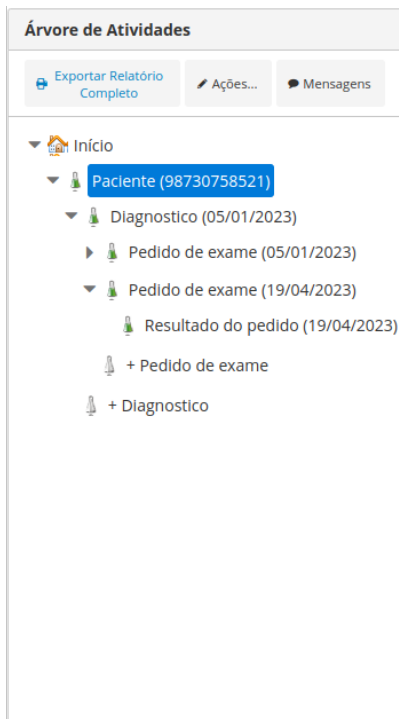
Um exemplo disso é em um pedido de exame de sangue de um médico para um laboratório, que irá examinar a amostra e fornecer um resultado ao médico. Este médico irá executar uma atividade de pedido de exame que será disponibilizada para o laboratório. Com esta atividade, o laboratório pode executar atividades seguintes de análise do pedido e entregar um resultado ao médico.

A integração desta nova ferramenta a um LIMS melhora a eficiência e integração das atividades de um modelo de negócios com o outro, otimizando a troca de informações entre dois fluxos de trabalho. O médico pode receber uma notificação quando o exame ficar pronto, um técnico recebe notificação quando uma amostra chega e pode até ser feita a otimização deste caminho, com a amostra indo direto para uma máquina analisar.

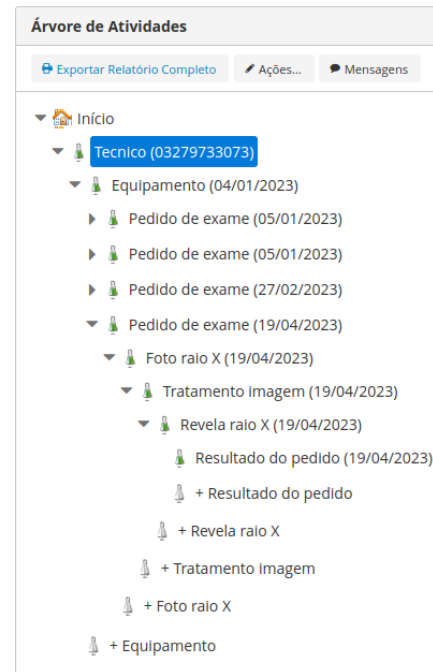
Isso também facilita a utilização do software pelos usuários, já que fica mais intuitivo onde e quando o usuário deve entrar na interface para acessar os dados que são de seu interesse.

5.3 Usos

É possível vincular atividades de diferentes BPMs umas as outras por meio do compartilhamento de atividades. Os BPMs que contém atividades compartilhadas devem ser modelados juntos para que toda a execução do fluxo de trabalho possa ser pensado e otimizado visando um processo colaborativo entre os usuários. Os usuários que irão utilizar o workflow poderão receber notificações sobre execuções de atividades compartilhadas por outros usuários. A modelagem também pode ser



(a) Visualização do workflow pela visão do médico, que não tem permissão de visualizar atividades de execução do pedido de exame.



(b) Visualização do workflow pela visão do técnico de laboratório, que executa as atividades do pedido de exame e executa também o resultado do pedido, disponibilizando para a visualização do médico.

Figura 12

Demonstração de transições entre atividades dentro do Flux. A visualização das transições entre atividades no Flux é representada por uma estrutura de árvore, onde cada atividade é exibida em uma linha. A posição relativa das atividades é indicada por recuos à esquerda, mostrando as transições entre atividades.

pensando para envio de notificações para que a execução possa ser feita de maneira mais efetiva. Um exemplo de utilização é a que um cientista pede a análise de uma amostra a um técnico de laboratório, que por sua vez recebe a notificação que o pedido foi feito, deixando disponíveis atividades para execução deste pedido. Quando concluída, o cientista recebe uma notificação de que a análise da amostra foi executada e que ele pode seguir com seu fluxo de trabalho.

5.4 Solução

Para solucionar o problema da falta de comunicação entre diferentes BPMs com atividades compartilhadas, foi idealizada uma funcionalidade para integrar múltiplos BPMs com atividades que se repetem com a criação de um grande BPM agregado com múltiplas atividades iniciais.

Cada atividade inicial representa o início de um BPM, podendo existir uma ou mais atividades iniciais (como na figura 13). Como cada atividade inicial ainda representa uma instância daquele BPM, as informações de atividades compartilhadas entre BPMs são compartilhadas entre instâncias destes BPMs.

Um usuário (ou múltiplos) criam instâncias dos BPMs compartilhados e, ao executar uma atividade compartilhada, pode escolher com quais instâncias irá compartilhar as informações. Como exemplo, se tivermos a execução de uma atividade de pedido de exame, e existam instâncias de laboratórios de análise de amostras que compartilham da mesma atividade, o médico (usuário executando a atividade de pedido de exame) pode escolher para qual instância de laboratório essa atividade será compartilhada (como na figura 12 citada anteriormente).

O administrador que gerencia o workflow também pode configurar permissões de atividades filhas da atividade compartilhada, podendo mostrar um fluxo de trabalho apenas para o laboratório de análise de amostras, ou seja, atividades sobre como será feito a análise estarão disponíveis apenas para os laboratórios, dando maiores possibilidades para o compartilhamento de atividades únicas.

Isso se torna útil quando se deve fazer um pedido de exame para um laboratório que deve realizar a análise e disponibilizar os resultados para quem requisitou o exame. Neste caso, ocorre uma troca de informações assíncrona: um usuário executa uma atividade que fica disponibilizada para execução por outro usuário. Este a executa e disponibiliza o resultado para o primeiro usuário, que continua com seu fluxo de trabalho após obter os resultados.

Esta troca de informações possibilita uma maior intercomunicação entre setores da organização e aumenta a integração do LIMS onde ele está instalado, pois todas as informações, tanto de horário de requisição, quanto recebimento pelo outro usuário e execução do fluxo de trabalho compartilhado ficam armazenados no mesmo workflow.

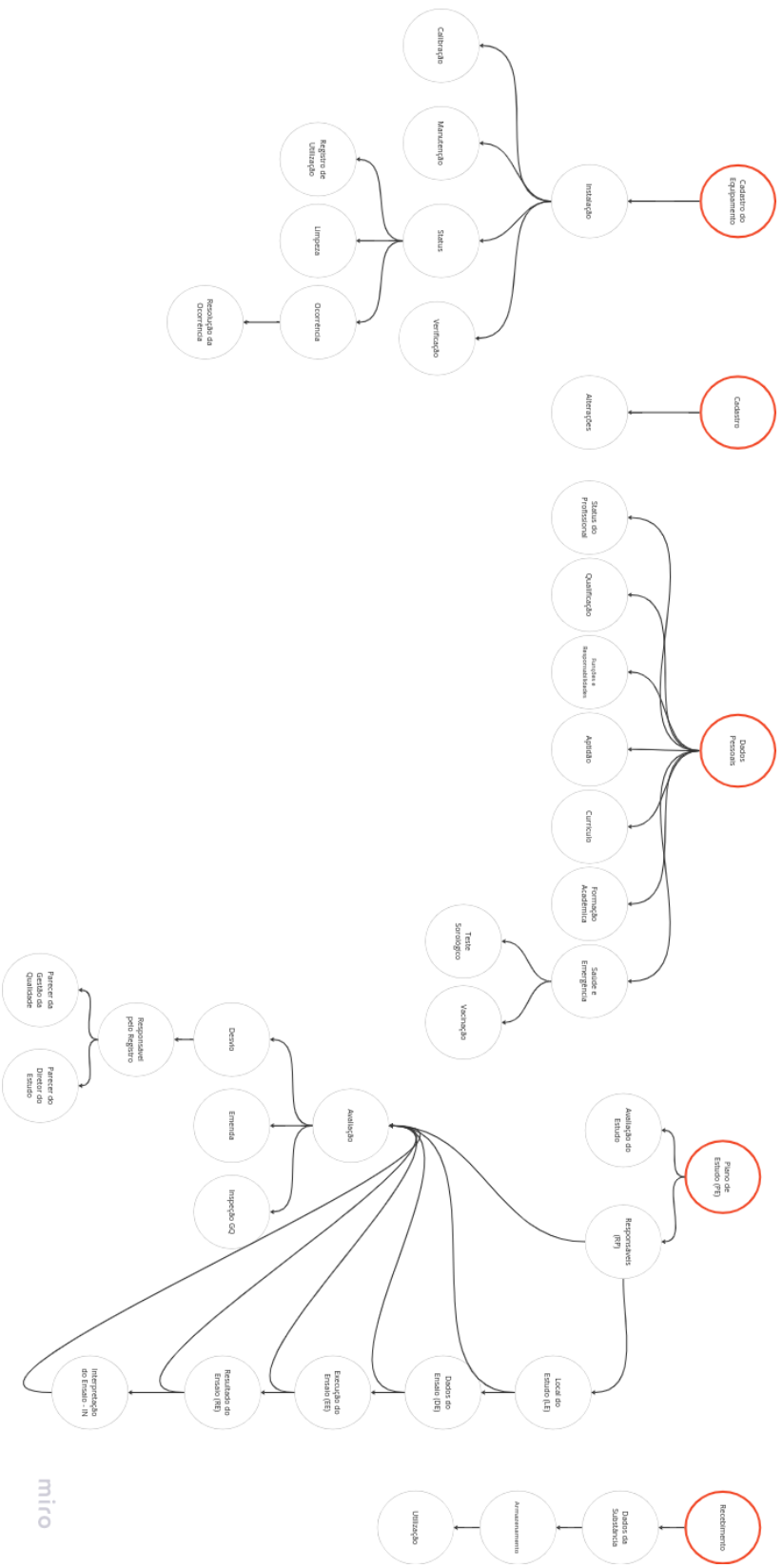


Figura 13 Estrutura de workflows BPL todos em um mesmo diagrama. Neste caso, cada atividade inicial (em vermelho) pode ser iniciada como uma instância no Flux.

5.4.1 Mudanças no Flux para sua implementação

Enquanto a BPMN permite múltiplas maneiras de iniciar um processo, ela permite apenas uma atividade inicial em um diagrama de processo, representado por um único evento de início.

Como uma organização pode ter múltiplas equipes trabalhando em focos diferentes, é necessário a divisão em diversos workflows para que todos os processos estejam modelados para que fluxos de trabalho possam ser diagramados e executados.

Como um mesmo workflow pode ter troca de informações com alguma parte de outros workflows, foi idealizado uma nova funcionalidade para um workflow no Flux: Múltiplas atividades iniciais que compartilham atividades entre instâncias no meio de sua execução.

Cada possível atividade inicial do workflow pode ser utilizada para criar uma instância diferente do workflow, já que cada uma dessas atividades representa um tipo de execução diferente do workflow (na figura 18, uma atividade inicial é para cadastro de pacientes e a outra para cadastro de técnicos de laboratório).

Com um workflow com múltiplas atividades iniciais, é possível ter atividades que, ao serem executadas, serão disponibilizadas para outros usuários que utilizam este workflow, independente da instância que estiverem executando. Assim, usuários que estão executando atividades em uma parte do workflow (partindo de uma atividade inicial) compartilham informações com outros usuários (partindo de outra atividade inicial).

Com a execução de dois workflows agregados, cada execução iniciando de uma atividade inicial diferente, é possível o compartilhamento das atividades que contém um processo idêntico entre os dois workflows agregados, disponibilizando as informações para as instâncias selecionadas.

Desta forma, aumenta-se a integração do sistema por haver a troca de informações entre processos de trabalho diferentes dentro de uma mesma organização, disponibilizando a cooperação entre usuários do mesmo sistema.

6 Exemplos de Aplicações

6.1 Workflows dinâmicos no Flux

O LIMS Flux foi utilizado para implementação dos recursos de workflows dinâmicos e da agregação de múltiplos BPMs para troca de informações. Sua utilização foi feita pela facilidade na criação de workflows dentro do próprio software e a alta personalização disponibilizada.

Como estes recursos alteram a visualização de um BPM, foram necessário ajustes para que a implementação de tais recursos fosse feita de maneira correta e consistente, sem que a alteração na visualização deixasse o LIMS com vulnerabilidades de segurança e que as informações estivessem sempre disponíveis quando necessário.

6.1.1 Como funciona

Quando o usuário seleciona a atividade desejada para ser a atividade inicial, a árvore de atividades é reajustada para que a atividade selecionada seja o foco principal da instância.

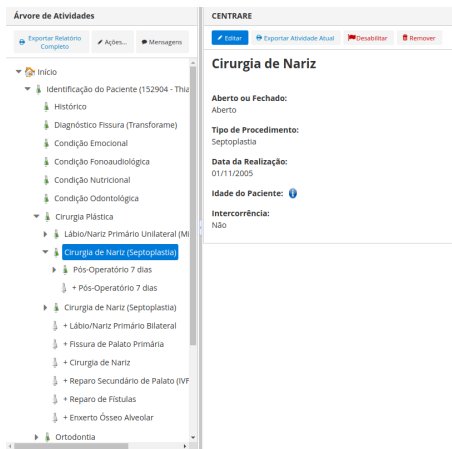
Para que isso ocorra, é necessário que a atividade selecionada se torne a atividade inicial, continuando com suas atividades filhas originais mas ganhando uma nova atividade filha: Sua atividade pai. As atividades que eram pais da atividade selecionada se tornam filhas da mesma para que essas informações estejam disponíveis para acesso e para manter a conformidade com a modelagem do BPM já existente (Figura 14).

Para isso, pode-se dizer que ocorre um “giro” na árvore de atividades para a direita, tendo todas as atividades anteriores como atividades filhas da selecionada, mantendo a sub árvore de atividades originais intacta. Podemos ver esta característica na figura 10.

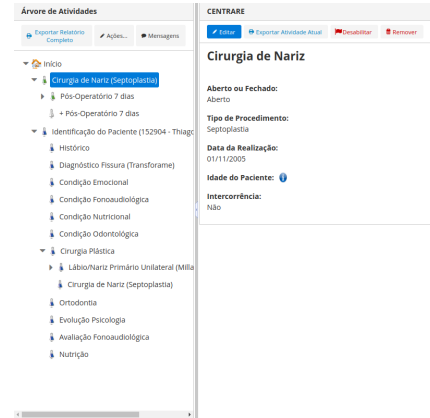
No Flux, esta funcionalidade faz com que atividades pai tenham uma cor diferente na interface do usuário (em azul na figura 11) para que seja claro que as atividades vistas pelo usuário são atividades pai da atividade selecionada. Também é desabilitada a execução de novas atividades a partir das atividades pai.

6.1.2 Exemplos

Como exemplo, utilizaremos o CENTRARE que foi citado no na seção 3.2. Podemos ver a diferença da figura de visualização padrão do fluxo de trabalho (16) e visualização alterada (17). Na primeira



(a) Árvore do workflow CENTRARE original, com a atividade “Cirurgia de Nariz” selecionada.



(b) Árvore do workflow CENTRARE alterada, com a atividade “Cirurgia de Nariz” centralizada e selecionada.

Figura 14

Imagens demonstrando a centralização de atividades. Na figura a, demonstra a atividade não centralizada. Na figura b, demonstra a atividade centralizada, se tornando pai das atividades anteriores a ela (em azul).

imagem, temos uma tabela para seleção de instâncias sem alteração da visualização do workflow. Nela, cada linha na tabela disponibiliza um paciente diferente para seleção.

Na segunda imagem, foi selecionado a atividade “Cirurgia de Nariz”, disponibilizando todas as cirurgias de Nariz realizadas em todos os pacientes. São disponibilizados, em cada linha, alguns atributos para visualização para identificar a atividade desejada para obtenção de informações (como visto na figura 15, cada linha disponibilizando a data de execução da atividade, data de calibração, nome do equipamento e procedimento operacional padrão (POP)).

Existem mais atividades do tipo “Cirurgia de Nariz” porque, seguindo a modelagem do workflow CENTRARE, existe o cadastro de um paciente que, por sua vez, pode ter feito uma ou mais

Cadastro do Equipamento Ensaio: Informações Gerais Estrutura Permissões do Workflow

Descrição do Workflow: Workflow para apoio a certificação BPL – Boas Práticas de Laboratório. Sua finalidade é registrar as informações sobre os equipamentos do laboratório, sua utilização, verificações e manutenções. Desenvolvido com base no guia "OECD SERIES ON PRINCIPLES OF GOOD LABORATORY PRACTICE AND COMPLIANCE MONITORING – Number 1 – OECD Principles on Good Laboratory Practice – (as revised in 1997)".

Cadastro do Equipamento Imprimir tudo Centralizar em: Calibração

Cadastro do Equipamento Filtre por todos os campos: Informe um valor... Colunas

Identificador	Data de Criação	Data	Nome do Equipamento	POP
Calibração	31 de Março de 2023 22:47:17	22/02/2022	Balança Analítica (22/2/2022)	LABIO BA 56
Calibração	7 de Abril de 2023 21:39:20	22/07/2022	Balança Analítica (22/7/2022)	LABIO BA 56
Calibração	7 de Abril de 2023 21:56:58	21/01/2022	Analisador Elementar (21/1/2022)	LABIO BA 56

Página 1 de 1 3 instância(s).

Figura 15

O workflow CTTX-EQP com a atividade compartilhada “Calibração” focada.

Identificação do Paciente | Estrutura | Permissões do Workflow

Descrição do Workflow: Controle do Tratamento de Pacientes do Centrare

Novo Paciente | Imprimir tudo | Centralizar em: Seleccione uma atividade

Lista de Paciente | Filtre por todos os campos: Informe um valor... | Colunas

Identificador	Data de Criação	Identificador	Número do Protocolo	Data
152904 - Thiago Guilherme Almada	21 de Abril de 2023 13:22:24	152904 - Thiago Guilherme Almada	152904	06/04/2000
451368 - Renata Camila Duarte	21 de Abril de 2023 18:14:16	451368 - Renata Camila Duarte	451368	14/02/2022
164528 - Ana Catarina Souza	21 de Abril de 2023 19:01:53	164528 - Ana Catarina Souza	164528	04/09/2015
748135 - Roberto Luiz Baptista	21 de Abril de 2023 19:07:14	748135 - Roberto Luiz Baptista	748135	17/11/2015

Página 1 de 1 | 1 | 5

4 instância(s).

Figura 16

Workflow padrão do CENTRARE, sendo sua centralização feita na atividade inicial de “Identificação do Paciente”.

cirurgias de nariz. Para identificar qual atividade pertence a qual paciente, disponibiliza-se a coluna *Identificação Original*, que apresenta a informação do identificador da instância na tabela de atributos da instância, possibilitando uma pesquisa pelo identificador que o usuário está procurando no momento, como demonstrado na figura 17.

Ao acessar o workflow, podemos ver pela figura 11 a alteração da árvore do workflow, disponibilizando as atividades anteriores (em azul) para acesso do usuário, disponibilizando informações de outras atividades caso necessário (como a identificação do paciente) e disponibilizando o acesso mais efetivo de atividades filhas dessa atividade.

Esta funcionalidade acelera o acesso à atividades profundas (como a “Cirurgia de Nariz” citada) já que a atividade e seus atributos ficam disponíveis na tabela de seleção de instâncias para que possam ser visualizadas, facilitando a seleção pelo usuário. Isso ajuda o médico a encontrar as atividades de “Cirurgia de Nariz”, que é o foco atual do usuário ao utilizar o LIMS, sem ter que acessar todos os pacientes para procurar a atividade correta, já que o identificador das instâncias ficam disponíveis para que o usuário selecione a atividade correta (no caso do CENTRARE, o identificador é o número de protocolo com o nome do paciente).

Com essa facilidade, o médico pode acessar a atividade com apenas um clique, tendo todas os atributos necessários para descobrir que atividade ele quer acessar e fazer alterações. Isso diminui o número de telas que o usuário irá acessar, já fornecendo diretamente a informação que ele está procurando.

Este recurso também ajuda o gerente que quer saber quantas cirurgias foram feitas. Selecionar a atividade disponibiliza todas as executadas para o usuário, acelerando a coleta de informações.

Identificação do Paciente | Estrutura | Permissões do Workflow

Descrição do Workflow: Controle do Tratamento de Pacientes do Centrare

Novo Paciente | Imprimir tudo | Centralizar em: Cirurgia de Nariz

Lista de Paciente | Filtre por todos os campos: Informe um valor... | Colunas

Identificador	Data de Criação	Identificador original	Aberto ou Fechado	Tipo de Procedimento	Data da Realização
Cirurgia de Nariz	21 de Abril de 2023 17:22:56	152904 - Thiago Guilherme Almada	Aberto	Septoplastia	01/11/2005
Cirurgia de Nariz	21 de Abril de 2023 17:23:23	152904 - Thiago Guilherme Almada	Fechado	Septoplastia	25/11/2005
Cirurgia de Nariz	21 de Abril de 2023 18:48:01	451368 - Renata Camila Duarte	Fechado	Septoplastia	15/02/2022
Cirurgia de Nariz	21 de Abril de 2023 18:55:58	451368 - Renata Camila Duarte	Fechado	Septoplastia	15/12/2022
Cirurgia de Nariz	21 de Abril de 2023 19:02:37	164528 - Ana Catarina Souza	Fechado	Septoplastia	12/10/2015
Cirurgia de Nariz	21 de Abril de 2023 19:11:32	164528 - Ana Catarina Souza	Fechado	Turbinectomia	29/11/2015
Cirurgia de Nariz	21 de Abril de 2023 19:08:07	748135 - Roberto Luiz Baptista	Fechado	Septoplastia	27/11/2015

Página 1 de 1 | 1 | 20

7 instância(s).

Figura 17

Workflow com visualização centralizada na atividade “Cirurgia de Nariz”, disponibilizando informações da atividade como “Cirurgião”, “Aberto ou Fechado” e “Topo de Procedimento”. Como a visualização está centralizada em outra atividade, também fica disponível a coluna “Identificador Original” para identificação da instância que a atividade é pertencente.

Além disso, caso ele queira selecionar apenas cirurgias de um certo tipo, pode apenas filtrar pelo atributo de Tipo de cirurgia disponível na tabela de seleção de instâncias, facilitando a seleção da atividade buscada.

6.2 Múltiplas atividades iniciais implementadas no Flux

O Flux também foi utilizado para implementação do segundo recurso para melhoria de acesso à informação: O compartilhamento de informações entre instâncias por meio de múltiplas atividades iniciais no mesmo workflow.

6.2.1 Como funciona

Para compartilhar atividades entre múltiplos workflows, é necessário que estes workflows estejam juntos em uma mesma modelagem com múltiplas atividades iniciais.

Para isso, foi alterado o editor de workflows já existente no Flux para que fosse possível criar múltiplas atividades iniciais, uma atividade inicial para cada workflow agregado. Os workflows não precisam ter atividades compartilhadas para estarem juntos, eles funcionarão como workflows normais, com criação de instâncias e atividades da mesma maneira, apenas estando sob o mesmo nome de workflow e dentro da mesma interface que disponibiliza as informações de um workflow, oferecendo recursos como busca de informações e geração de relatório dentro do mesmo workflow.

Quando uma atividade deve ser compartilhada entre workflows, é necessário criá-la como filha de uma das atividades que a utilizarão. Logo após a criação da atividade, é necessário criar transições entre todas as atividades pai para que tenham a atividade compartilhada disponível para execução (figura 5b).

Existem dois tipos de compartilhamento: Um compartilhamento geral, onde a atividade será compartilhada entre todas as instâncias existentes assim que ela for criada e um compartilhamento seletivo, onde o usuário escolhe qual instância receberá as informações da atividade executada.

Uma atividade deve ser compartilhada com todas as instâncias quando o usuário deve executar atividades a partir de uma atividade executada de outra instância. O usuário que executou a atividade não escolhe para qual instância ela será compartilhada. No caso do workflow de Citotoxicidade (CTTX), quando o workflow BPL - Equipamentos é utilizado para compartilhar a atividade de calibração de equipamento, um equipamento pode existir e calibrações podem ser feitas antes de um ensaio de citotoxicidade existir. Quando um ensaio de citotoxicidade for executado, o usuário poderá escolher entre todas as calibrações executadas.

O compartilhamento seletivo é necessário porque em um pedido de exame, o envio do mesmo deve ser feito para um laboratório específico e não pode aparecer para outros, sendo necessário a seleção de qual laboratório receberá o compartilhamento da atividade.

Nos dois casos, o compartilhamento de atividades tem uma ligação forte com o sistema de permissões. A disponibilização de atividades filhas da atividade compartilhada deve ser controlada pelos administradores do workflow, alterando as permissões de visualização das atividades. Caso contrário, todas as atividades e as informações contidas nelas serão compartilhadas.

Com isso, é possível montar o workflow de forma a disponibilizar a requisição de dados entre usuários. Cada usuário fica responsável pela execução de uma atividade específica do workflow, executando atividades que estes usuários tenham permissão para executar. Quando um usuário não tem permissão para executar uma atividade e outro usuário tem, atividades filhas só ficam disponíveis após o usuário com permissão executar a atividade, permitindo a troca de informações entre os usuários. A colaboração é essencial para a execução do workflow.

6.2.2 Exemplo de pedido de exame

Vamos utilizar o exemplo de um pedido de exame em um workflow médico e o recebimento deste pedido de exame e execução do mesmo. Um médico cria uma instância de paciente, cadastrando-o e seguindo o fluxo de trabalho comum de atendimento. O laboratório do hospital também tem seu próprio workflow, onde são cadastrados equipamentos para análise de amostras. Antes, os workflows ficariam separados, sem comunicação entre eles.

Com o novo recurso implementado, os workflows podem compartilhar atividades como o pedido de exame: O médico tem a permissão de executar o pedido de exame, mas ele não aprova a atividade. Quem irá aprovar a atividade é o técnico de laboratório.

O técnico de laboratório recebe uma notificação que a atividade foi executada e pode aprovar ou reprovar a atividade. Aprovando a atividade, o técnico continua com seu workflow normalmente até o resultado. Caso o médico tenha permissão de visualizar as atividades entre o pedido de exame e resultado do exame, o médico poderá ver todo o processo de análise. Caso contrário, o sistema de permissões controla o que o médico poderá ver, que será o pedido de exame e o resultado do exame.

Assim, a árvore de atividades, caso o médico tenha permissão de visualizar apenas o pedido de exame e a execução, fica da maneira representada na figura 18. Um exemplo real será demonstrado na seção 6.3

6.3 CTTX e BPL Equipamentos

Um outro exemplo utiliza os workflows CTTX (Citotoxicidade) e BPL (Boas Práticas de Laboratório) - Equipamentos. Estes dois workflows necessitam de troca de informações entre eles: BPL - Equipamentos precisa informar sobre a calibração de equipamentos para utilização no workflow CTTX.

Para isso, foi aplicado a implementação de compartilhamento de atividades entre a atividade de calibração do equipamento, disponibilizando a atividade “Leitura de Absorbância: Perfil Inicial de Citotoxicidade (Range Finder)” somente após uma atividade calibração do equipamento (Figura 19).

Utilizando o sistema de permissões do Flux, é possível limitar o acesso de cada tipo de usuário (cientista, técnico de laboratório, gerente de laboratório) para que o usuário tenha acesso apenas a informações relevantes ao seu trabalho. Um usuário responsável pela leitura de absorbância terá permissão para visualizar a calibração dos equipamentos utilizados, mas ele não pode realizar nenhuma calibração.

O técnico de laboratório não poderá executar nenhuma leitura de absorbância, e também não terá permissão para visualizar as atividades, enquanto que um gerente de laboratório pode visualizar todas as informações colocadas nos workflows, podendo alterar o tipo de visualização usando a implementação de workflows dinâmicos para obter informações mais rapidamente.

O equipamento calibrado está identificado por um atributo dentro da atividade de calibração. Este atributo tem uma propriedade que faz o valor ser utilizado no nome da atividade. Caso o

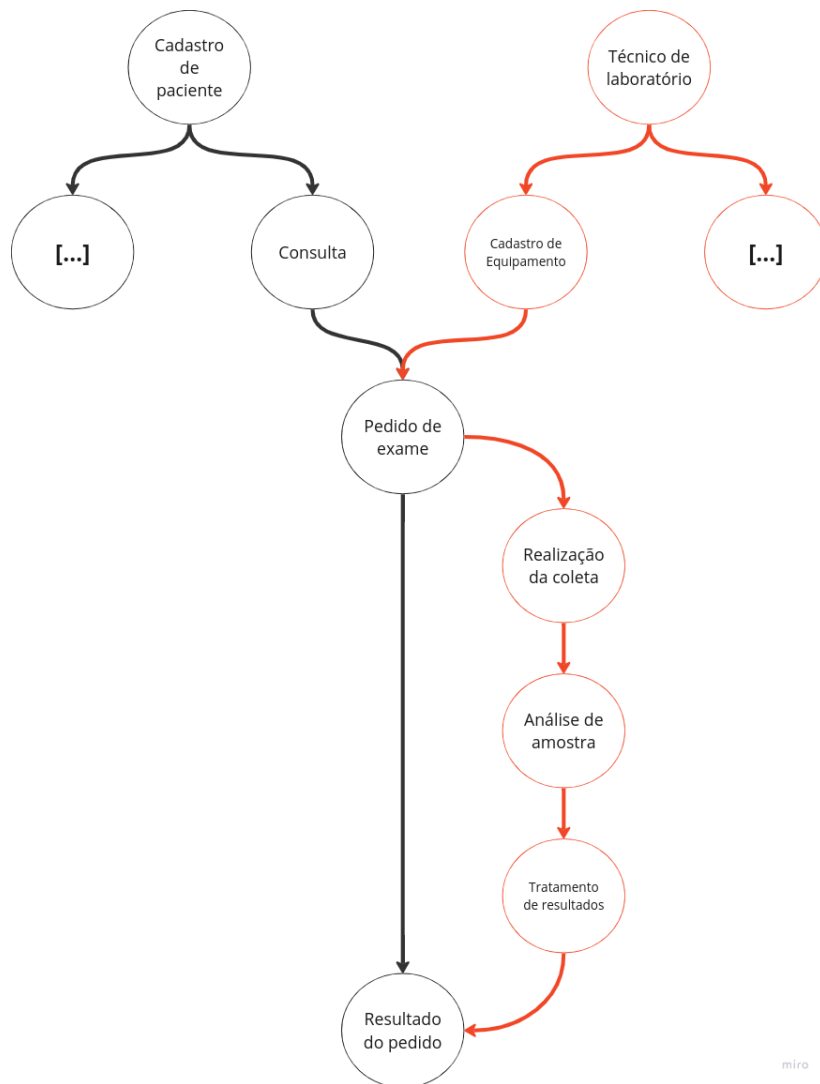


Figura 18

Representação da implementação de múltiplas atividades iniciais. Neste exemplo, temos a instância de pacientes em preto e em vermelho temos o workflow do técnico de laboratório. Podemos ver que as atividades em preto e vermelho são compartilhadas, e apenas o técnico tem permissão de visualização das atividades entre o pedido de exame e o resultado do pedido.

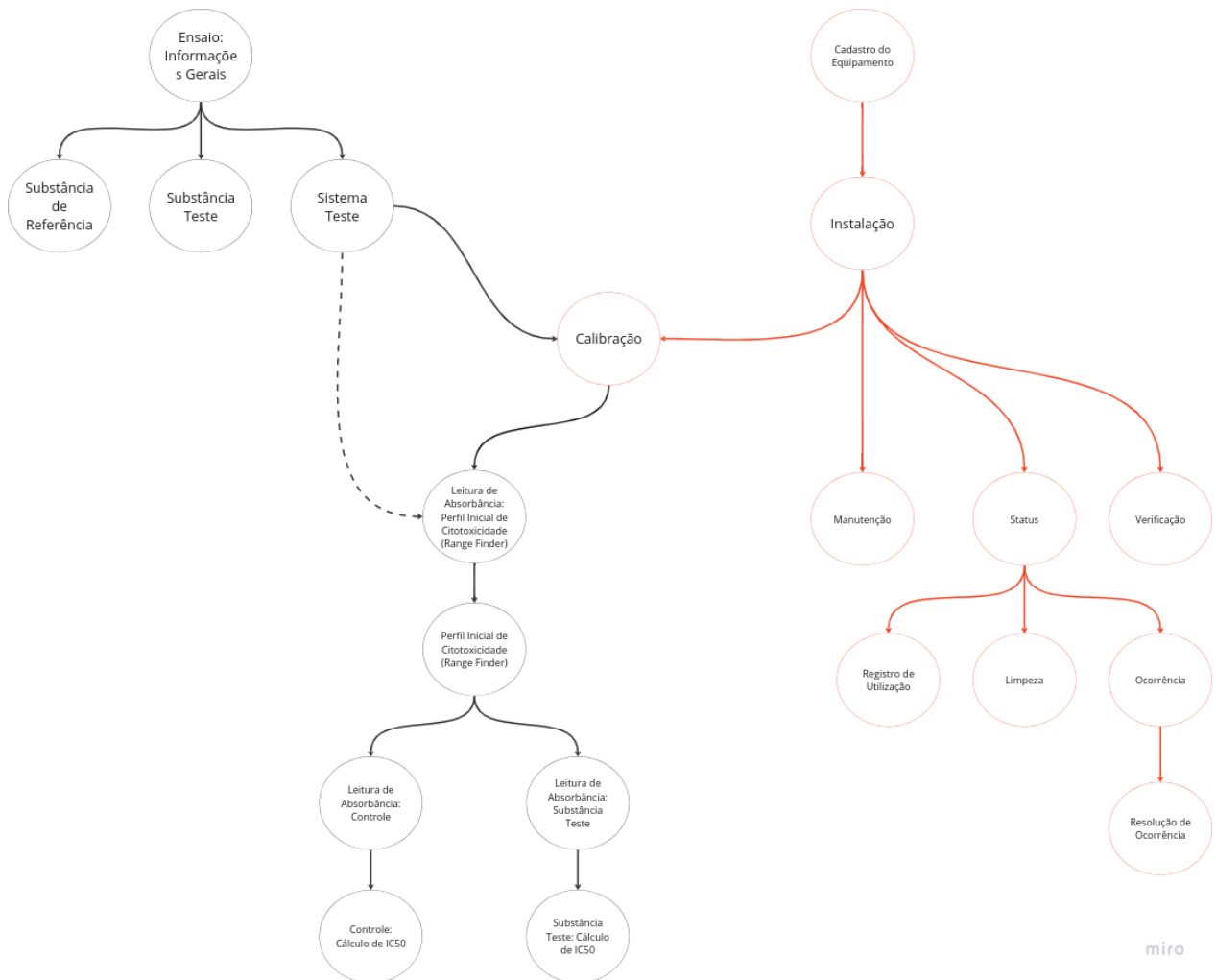


Figura 19

Estrutura dos workflows CTTX e BPL-EQP. O workflow original do CTTX pode ser visto com as setas e círculos de cor preta. A seta pontilhada indica a transição antiga do workflow CTTX, sendo as novas transições entre “Sistema Teste” e “Calibração”, e “Calibração” e “Leitura de Absorbância: Perfil Inicial de Citotoxicidade (Range Finder)” indicam as novas transições feitas para a comunicação da atividade “Calibração” do workflow BPL com o workflow CTTX. A atividade de Leitura de Absorbância só poderá ser realizada quando um equipamento for calibrado.

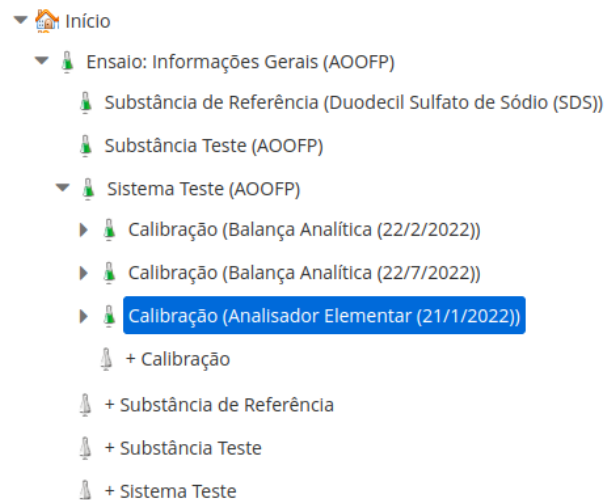


Figura 20

CTTX com as atividades de calibração de equipamento, identificadas pelo nome do equipamento e data de calibração.

equipamento cadastrado tenha o nome de “Balança Analítica”, a atividade de calibração terá o nome “Calibração (Balança Analítica)”, com a data da calibração logo ao lado para maior facilidade de busca dos dados (Figura 20).

6.4 Workflow dentro do Flux que utiliza das funções

6.4.1 Workflows BPL

Os workflows laboratoriais de nome BPL (Boas Práticas de Laboratório) estavam separados em 5 workflows diferentes, já que existiam BPMs diferentes para cada tipo de usuário. O problema com o BPL é que existem workflows pequenos (pouco profundos, com poucas atividades) e também existem workflows grandes (Com muitas atividades, profundos) e, com isso, surge a dificuldade de disponibilização de dados para diferentes tipos de usuários como a utilização do workflow por gerentes e técnicos de laboratório.

Essa dificuldade existe porque, para cada workflow, deve ser acessado uma página diferentes do LIMS, já que cada um desses workflows representa um sistema diferente para cada usuário.

Com a implementação de compartilhamento de informações entre workflows, conseguimos utilizar estes workflows junto a workflows diferentes para unirmos as boas práticas de laboratório aos workflows que a utilizam, tendo um maior controle de execução de cada um destes fluxos de trabalho, garantindo que todos estão seguindo as normas de BPL, como é o caso do CTTX.

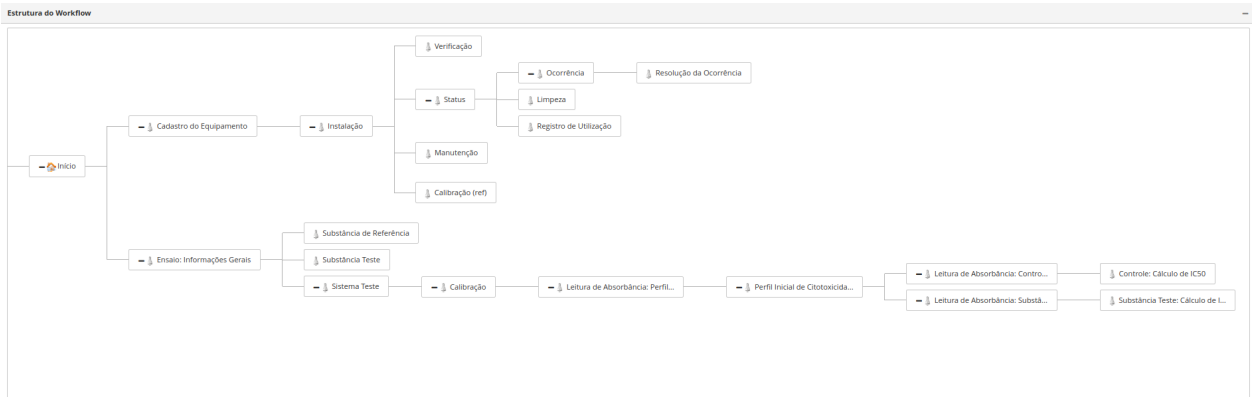


Figura 21

Estrutura do workflow conjunto CTTX com BPL - Equipamentos demonstrada pela interface do Flux. Como podemos ver pela imagem, após a atividade “Sistema teste” (canto inferior da imagem), temos a atividade “Calibração (ref)”, que refere-se a atividade calibração no fluxo de trabalho demonstrado logo acima.

6.4.2 CTTX e BPL - Equipamentos

O workflow de Citotoxicidade (CTTX) utiliza o workflow *BPL - Equipamentos* para garantir que equipamentos estejam calibrados e funcionais. Uma atividade deste workflow só deve ser executada quando as calibrações dos equipamentos utilizados estiverem em dia.

Para isso, foi compartilhada a atividade de calibração do workflow *BPL - Equipamentos* com o workflow *CTTX*, implementando este fluxo de trabalho no Flux, adaptando o workflow para que atividades do workflow CTTX apenas estivessem disponíveis para execução após uma calibração.

A estrutura dentro do Flux (Figura 21) pode ser acessada dentro do próprio software. Na figura, podemos ver referência à atividade “Calibração” nos dois fluxos de trabalho. Para separar quais atividades ficam disponíveis para cada usuário do sistema, é necessário utilizar o sistema de permissões já implementado no Flux para especificar permissões de visualização, execução e aprovação da atividade.

Assim, podem ser separados usuários que irão executar a atividade de calibração do equipamento de usuários que irão realizar os experimentos a partir daquela calibração, diminuindo os erros que podem ocorrer caso as atividades sejam disponibilizadas sem que um equipamento tenha sido calibrado corretamente.

Na visão de um administrador, a mesma atividade selecionada de calibração foi realizada, e as mesmas atividades são disponibilizadas para o usuário (Por ele ter permissão de ver todas as atividades) de maneira automática com o compartilhamento de atividades apresentadas nas figuras 22 e 23.

The screenshot displays a software interface with two main panels. The left panel, titled 'Árvore de Atividades', shows a hierarchical tree of activities. The right panel, titled 'EQP.CTTX', shows the details of the selected activity.

Árvore de Atividades (Left Panel):

- Início
 - Cadastro do Equipamento (Balança Analítica)
 - Instalação (08/01/2021)
 - Calibração (Balança Analítica (22/2/2022))**
 - Leitura de Absorbância: Perfil Inicial de Citotoxicidade (Range Finder) (31/03/2023)
 - Perfil Inicial de Citotoxicidade (Range Finder) (AIOFFP 10%SDS)
 - Leitura de Absorbância: Controle (31/03/2023)
 - Leitura de Absorbância: Substância Teste (31/03/2023)
 - + Leitura de Absorbância: Controle
 - + Leitura de Absorbância: Substância Teste
 - + Perfil Inicial de Citotoxicidade (Range Finder)
 - + Leitura de Absorbância: Perfil Inicial de Citotoxicidade (Range Finder)
 - + Verificação
 - + Status
 - + Manutenção
 - + Calibração
 - + Instalação

EQP.CTTX (Right Panel):

Calibração

Data: 22/02/2022

Nome do Equipamento: Balança Analítica (22/2/2022)

POP: LABIO BA 56

Número do Certificado: 20220101

Responsável: Catarina Maitê Aragão

Profissional e/ou Empresa autorizado a fazer a instalação do equipamento (Interno ou Externo): Bel Mark

Considerações Finais: Calibração de acordo com normas internas.

Arquivo: Nenhum arquivo enviado

Satisfatório: Sim

Observação:

Data Prevista Para a Próxima Calibração: 22/07/2022

Figura 22

Atividade de calibração executada seguindo o workflow de cadastro de equipamento, seguindo o cadastro e a instalação do mesmo. Podemos ver que a atividade de calibração é a mesma da figura 23

The screenshot displays a software interface with two main panels. The left panel, titled 'Árvore de Atividades', shows a hierarchical tree of activities. The right panel, titled 'EQP.CTTX', shows the details of the selected activity.

Árvore de Atividades (Left Panel):

- Início
 - Ensaio: Informações Gerais (AIOFFP)
 - Substância de Referência (Duodecile Sulfato de Sódio (SDS))
 - Substância Teste (AIOFFP)
 - Sistema Teste (AIOFFP)
 - Calibração (Balança Analítica (22/2/2022))**
 - Leitura de Absorbância: Perfil Inicial de Citotoxicidade (Range Finder) (31/03/2023)
 - + Leitura de Absorbância: Perfil Inicial de Citotoxicidade (Range Finder)
 - + Calibração
 - + Substância de Referência
 - + Substância Teste
 - + Sistema Teste

EQP.CTTX (Right Panel):

Calibração

Data: 22/02/2022

Nome do Equipamento: Balança Analítica (22/2/2022)

POP: LABIO BA 56

Número do Certificado: 20220101

Responsável: Catarina Maitê Aragão

Profissional e/ou Empresa autorizado a fazer a instalação do equipamento (Interno ou Externo): Bel Mark

Considerações Finais: Calibração de acordo com normas internas.

Arquivo: Nenhum arquivo enviado

Satisfatório: Sim

Observação:

Data Prevista Para a Próxima Calibração: 22/07/2022

Figura 23

Atividade de calibração executada seguindo o workflow de ensaio, que analisa as amostras. Podemos ver que a atividade de calibração é a mesma da figura 22

7 Conclusão

Este trabalho apresenta uma implementação com novas funcionalidades focadas em melhorar a comunicação entre fluxos de trabalho e obtenção de dados de maneira rápida e eficiente dentro de LIMS que utilizam BPM: Workflows dinâmicos e compartilhamento de atividades entre workflows. Anteriormente, o sistema só poderia seguir a ordem das atividades como modelado inicialmente. Agora os workflows podem ser alterados para que a visualização seja relevante para o usuário que o está utilizando.

O compartilhamento de mensagens entre workflows também acelerou o acesso a informações entre times diferentes dentro de um mesmo laboratório que utiliza o LIMS. Atividades podem ficar dependentes de um outro fluxo de trabalho (conserto de equipamento, por exemplo) e a execução do mesmo pelo outro time de usuários disponibiliza novas atividades. Isso ajuda a diminuir a quantidade de erros que pode ocorrer no sistema e melhora a integração do laboratório às regras regulamentadoras que podem existir para determinado workflow.

Os workflows dinâmicos permitem que os usuários tenham uma interação completamente personalizada para o momento em questão, mudando a modelagem BPM de forma a encontrar informações e executar os seus trabalhos de maneira muito mais rápida e eficiente, alterando a interface do LIMS para que uma atividade em específica do workflow seja focada. Essa centralização em uma atividade selecionada resulta em maior eficiência e flexibilidade no gerenciamento do projeto, facilitando o uso do software LIMS tanto para gerentes de laboratório quanto para técnicos.

No contexto do Big Data, workflows dinâmicos facilitam a visualização e a integração das informações no sistema quando o volume de dados é muito grande, permitindo que o usuário visualize os dados de forma mais intuitiva e compreensível por meio da disponibilização visual personalizada, auxiliando na interpretação dos dados e na tomada de decisões.

A combinação de múltiplos workflows para pertencerem ao mesmo modelo BPM e compartilhar atividades possibilita que times diferentes dentro de um mesmo laboratório troquem informações entre si, permitindo o envio de notificações quando uma atividade for concluída, ou realizar o pedido de aprovação de uma atividade a um supervisor. Um médico pode fazer um pedido de exame ao laboratório do hospital, executando a atividade que notificará ao técnico de laboratório. O técnico irá aprovar ou reprovar a atividade, fazer todos os passos necessários e apenas o resultado do pedido de exame irá ser disponibilizado ao médico, tendo dois workflows unidos trocando informações entre diferentes usuários.

Este tipo de integração também pode ser utilizada com a implementação de workflows dinâmicos, deixando as implementações ainda mais eficientes. O compartilhamento de atividades dentro de um workflow facilita a acessibilidade de gerentes de laboratório às atividades de todo o processo que ocorre dentro da organização, dando a habilidade de alterar a visualização como um todo, remontando até os workflows unidos pela atividade compartilhada.

Essas implementações podem ser utilizadas em todos os workflows. Os workflows dinâmicos podem ser utilizados em modelos já implementados sem nenhuma alteração, mas levar em consideração que as atividades podem ser centralizadas pode ajudar na modelagem do BPM.

O compartilhamento de atividades pode ser implementado em novos workflows ou com adaptação de workflows já existentes, devendo ser remodelado para que haja a comunicação entre diferentes usuários do LIMS.

Foram realizados testes nos workflows BPL, CTTX e CENTRARE. Para os workflows BPL e CTTX, foi utilizada a implementação de compartilhamento de atividades, unindo múltiplos workflows e compartilhando informações entre eles. Para a implementação de workflows dinâmicos, foi utilizado o workflow CENTRARE pela sua complexidade e quantidade de atividades que devem ser executadas por diferentes usuários.

Foi feito com sucesso a implementação da funcionalidade no sistema LIMS Flux, que utiliza como base de montagem de workflows o Business Process Model (BPM), permitindo que administradores do Flux montassem workflows já com estas funcionalidades em mente para disponibilização de informações ao usuário, e também permitindo que usuários de workflows do Flux obtivessem informações com muito mais velocidade, aumentando a eficiência dos trabalhos realizados.

Como o sistema Flux utiliza de instâncias para separações dos workflows por execução, o compartilhamento de informações entre atividades foi feito para diferentes instâncias, ou seja, BPMs com construções diferentes podem comunicar entre execuções específicas de um workflow, ligando suas atividades onde necessário e, com isso, obtendo a funcionalidade de comunicação assíncrona entre usuários do sistema executando atividades que ficam disponíveis para outros.

Com isso, podemos unificar diferentes tipos de workflow utilizados em uma organização em um único workflow com múltiplas atividades iniciais. Assim, o workflow fica mais acessível para diferentes funcionários como gestor de laboratório, podendo ele acessar qualquer parte dos múltiplos workflows agrupados que fazem parte do laboratório e fazer a coleta e análise dos dados inseridos por outros funcionários, tudo em uma mesma tela.

A funcionalidade de workflows dinâmicos também funciona com a troca de informações, disponibilizando todas as informações de todas as instâncias compartilhadas quando a ordem das atividades é alterada, alterando o BPM para que o foco da execução atual seja na atividade selecionada.

Seguindo a utilização do Flux e a melhoria que obtivemos com workflows dinâmicos alterando a interface do usuário para que ela seja mais intuitiva e eficiente, temos que os resultados obtidos através de avaliação empírica foram muito positivos e que plataformas que implementam LIMS com BPM podem se beneficiar muito com este tipo de implementação. Para validar que haverá uma melhoria de eficiência quando implementado em um ambiente laboratorial real, é necessário fazer análises na velocidade de execução dos usuários.

Hoje o Flux já salva variáveis de horário de execução e acesso dos usuários às atividades, que poderiam ser utilizados para realizar um estudo estatística na velocidade dos trabalhos na utilização do sistema antes do recuso ser implementando e depois, fazendo a comparação de velocidade na execução dos trabalhos dos usuários que o utilizam.

Ainda existem problemas a serem atacados a partir deste trabalho, como a alteração da interface para melhor a identificação de pais diretos da atividade trocada e informações sobre compartilhamento de atividades, como quando atividades podem ser compartilhadas entre instâncias de mesmo tipo (hoje isso não é permitido: Pedidos de exame não são compartilhados entre laboratórios).

A árvore de atividades anteriores à atividade focada atualmente é necessária para garantir que todas as informações estejam disponíveis para execução de atividades futuras, mas quais atividades podem ser ofuscadas para garantir uma interface mais limpa e intuitiva pode ser estudado, já que não é possível saber quais informações serão importantes em um BPM genérico.

Além disso, é necessário realizar um estudo mais aprofundado sobre o compartilhamento de atividades com instâncias específicas, a fim de compreender de maneira abrangente com quais instâncias uma atividade pode ser compartilhada. Dessa forma, será possível determinar se as atividades podem ser compartilhadas com instâncias do mesmo tipo ou se a atividade deve conter propriedades que indiquem quais instâncias podem receber a informação, em vez de deixar essa escolha a critério do usuário. Essa análise detalhada tem o objetivo de automatizar o processo e torná-lo mais eficiente.

8 Referências

- [1] Dingzhong Sun, Linhuan Wu, and Guomei Fan. Laboratory information management system for biosafety laboratory: Safety and efficiency. *Journal of Biosafety and Biosecurity*, 3(1):28–34, 6 2021.
- [2] D. O. Skobelev, T. M. Zaytseva, A. D. Kozlov, V. L. Perepelitsa, and A. S. Makarova. Laboratory information management systems in the work of the analytic laboratory. *Measurement Techniques*, 53(10):1182–1189, 1 2011.
- [3] Simon Key. LIMS: Laboratory Information Management Systems. In *The Forensic Laboratory Handbook Procedures and Practice*, pages 417–445. Humana Press, Totowa, NJ, 2011.
- [4] Özlem Çağındı and Semih Ötleş. Importance of laboratory information management systems (LIMS) software for food processing factories. *Journal of Food Engineering*, 65(4):565–568, 12 2004.
- [5] George Avery, Charles McGee, and Stan Falk. Product Review: Implementing LIMS: A “how-to” guide. *Analytical Chemistry*, 72(1):57 A–62 A, 1 2000.
- [6] Common Causes of LIMS Implementation Failures - Astrix, 6 2018.
- [7] Eban Tomlinson, Jennifer Goodman, Margaret Loftus, Stephen Bitto, Erica Carpenter, Richard Oddo, Lu Ann Judis, Shabab Ali, Wyatt E. Robinson, Miranda Carver, Mariana Ganea, Kristen McDonnell, Diane O’Neill, Jennifer Starbuck, Eric Johnson, Erik Meister, Jonathan Pohl, Jessica Spildener, Sheila Shurtleff, Sheryl Sovie, Cathleen Melendez, Pamela Krebs, Jacquelyn D. Riley, Christine Wensel, Caroline Astbury, Elizabeth M. Azzato, David S. Bosler, Jay E. Brock, James R. Cook, Yu Wei Cheng, Zheng Jin Tu, Michael Cruise, Walter H. Henricks, and Daniel H. Farkas. A Model for Design and Implementation of a Laboratory Information-Management System Specific for Molecular Pathology Laboratory Operations. *The Journal of Molecular Diagnostics*, 24(5):503–514, 5 2022.
- [8] Peter Kueng and Peter Kawalek. Goal-based business process models: creation and evaluation. *Business Process Management Journal*, 3(1):17–38, 4 1997.

- [9] Carina Alves, George Valença, and André Felipe Santana. *Understanding the Factors That Influence the Adoption of BPM in Two Brazilian Public Organizations*, volume 175. 2014.
- [10] Remco M. Dijkman, Marlon Dumas, and Chun Ouyang. Semantics and analysis of business process models in BPMN. *Information and Software Technology*, 50(12):1281–1294, 11 2008.
- [11] Carlos M. DaSilva and Peter Trkman. Business Model: What It Is and What It Is Not. *Long Range Planning*, 47(6):379–389, 12 2014.
- [12] Francisco Ruiz, Felix Garcia, Luis Calahorra, César Llorente, Luis Gonçalves, Christel Daniel, and Bernd Blobel. Business process modeling in healthcare. *Studies in health technology and informatics*, 179:75–87, 2012.
- [13] Tulio Cremonini Entringer, Ailton da Silva Ferreira, and Denise Cristina de Oliveira Nascimento. Comparative analysis of the main business process modeling methods: a bibliometric study. *Gestão & Produção*, 28(2):e5211, 6 2021.
- [14] LIMS-BPMS Coupling: A Novel Approach for Flexible End-to-End Workflow Automation in Life Science Laboratories, Part 1 | American Laboratory.
- [15] LIMS-BPMS Coupling: A Novel Approach for Flexible End-to-End Workflow Automation in Life Science Laboratories, Part 2 | American Laboratory.
- [16] Ryan K.L. Ko, Stephen S.G. Lee, and Eng Wah Lee. Business process management (BPM) standards: a survey. *Business Process Management Journal*, 15(5):744–791, 9 2009.
- [17] Bela Mutschler and Manfred Reichert. Understanding the costs of business process management technology. *Studies in Computational Intelligence*, 444:157–194, 2013.
- [18] J. Cardoso, J. Mendling, G. Neumann, and H. A. Reijers. A Discourse on Complexity of Process Models. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, volume 4103 LNCS, pages 117–128. Springer Verlag, 2006.
- [19] C.L. Philip Chen and Chun-Yang Zhang. Data-intensive applications, challenges, techniques and technologies: A survey on Big Data. *Information Sciences*, 275:314–347, 8 2014.
- [20] Jake Luo, Min Wu, Deepika Gopukumar, and Yiqing Zhao. Big Data Application in Biomedical Research and Health Care: A Literature Review. *Biomedical Informatics Insights*, 8:BII.S31559, 1 2016.

- [21] Mina Bakhtiar, Nada Elbuluk, and Jules B. Lipoff. The digital divide: How COVID-19's telemedicine expansion could exacerbate disparities. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 83(5):e345–e346, 11 2020.
- [22] Joshua P. Kronenfeld and Frank J. Penedo. Novel Coronavirus (COVID-19): telemedicine and remote care delivery in a time of medical crisis, implementation, and challenges. *Translational Behavioral Medicine*, 11(2):659–663, 3 2021.
- [23] Gates B. Colbert, A. Verner Venegas-Vera, and Edgar V. Lerma. Utility of telemedicine in the COVID-19 era. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 21(4):583, 12 2020.
- [24] Mohd Khanapi Abd Ghani, Mazin Abed Mohamed, Salama A Mostafa, Aida Mustapha, Hanani Aman, and Mustafa Musa Jaber. (PDF) The Design of Flexible Telemedicine Framework for Healthcare Big Data. *International Journal of Engineering & Technology*, 7:461–468, 2018.
- [25] Michael Coakley, Giancarlo Crocetti, Phil Dressner, Wanda Kellum, and Tamba Lamin. Transforming Telemedicine Through Big Data Analytics. 5 2015.
- [26] Thomas W. Nolan. Understanding medical systems. *Annals of internal medicine*, 128(4):293–298, 2 1998.
- [27] Amol Mangrulkar, Santosh B. Rane, and Vivek Sunnapwar. Automatic skull prototyping framework for damage detection and repairing using computer vision and deep learning techniques. *International Journal of Information Technology (Singapore)*, 12 2022.
- [28] Avrum Goodblatt. Fostering LIMS Development Through Open Standards Part II - Ontologies and Business Process. *Microscopy Today*, 14(1):46–47, 1 2006.
- [29] Cassie Elizabeth Heinle, Nicolas Paul Eugène Gaultier, Dana Miller, Rikky Wenang Purbojati, and Federico M. Lauro. MetaLIMS, a simple open-source laboratory information management system for small metagenomic labs. *GigaScience*, 6(6):1–6, 6 2017.
- [30] Terrence R. Smallmon. Biobanking Can Dispense with Data Silos. <https://home.liebertpub.com/gen>, 37(11):12–13, 5 2017.
- [31] Alexandre Melo, Alessandra Faria-Campos, Daiane M. DeLaat, Rodrigo Keller, Vinícius Abreu, and Sérgio Campos. SIGLa: An adaptable LIMS for multiple laboratories. *BMC Genomics*, 11(SUPPL. 5):1–8, 12 2010.

- [32] J.E.H. Stafford. LIMS: an automating or informing technology? *Laboratory Automation & Information Management*, 33(3):163–168, 10 1998.
- [33] Towards LIMS (Laboratory Information Management Systems) software in global context | IEEE Conference Publication | IEEE Xplore.
- [34] Tackling COVID with paper, pen and a fax machine, 1 2021.
- [35] Pollyana Rocha de Araujo, Lígia Maria Cabedo Rodrigues, Sandra Maria Gomes de Sousa, Dânia Lima Cruz, Francisca Sandra Fortes Sampaio, Silvio Cesar dos Santos, Maria Teresa da Silva Ferreira, Juliana de Menezes Dantas, Larissa Santos da Silva, and Paula Roberta Silva Magalhães. Desafios e inovações no uso de ferramentas tecnológicas para a vigilância epidemiológica em tempos de Covid-19. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 13(1):e5768–e5768, 1 2021.
- [36] e-SUS APS.
- [37] Silke Holzmüller-Laue, Bernd Göde, Heidi Fleischer, and Kerstin Thurow. Improved Compliance by BPM-Driven Workflow Automation. *Journal of Laboratory Automation*, 19(6):528–545, 12 2014.
- [38] S. Holzmuller-Laue, B. Gode, and K. Thurow. Model-driven complex workflow automation for laboratories. In *2013 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE)*, pages 758–763. IEEE, 8 2013.
- [39] Michael Hammer. What is business process management? *Handbook on Business Process Management 1: Introduction, Methods, and Information Systems*, pages 3–16, 1 2015.
- [40] Michele Chinosi and Alberto Trombetta. BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, 34(1):124–134, 1 2012.
- [41] Silke Holzmuller-Laue, Bernd Gode, and Kerstin Thurow. A BPM-based approach of human task support within life science automation. In *2013 6th International Conference on Human System Interactions (HSI)*, pages 167–174. IEEE, 6 2013.
- [42] Benefits of BPM | 11 Massive Advantages of Business Process Management.
- [43] Toluwaleke Ademuyiwa. Development of Open source Laboratory Information Management System (LIMS) For Human Biobanking. *University of the Western Cape*, 2018.

- [44] Ovation Inc. Needed: A Better LIMS.
- [45] R. Holbein, S. Teufel, and K. Bauknecht. A formal security design approach for information exchange in organisations. pages 267–285, 1996.
- [46] Lucas Augusto Ferreira Hanke. *Desenvolvimento e Implementação de um }Sistema de Controle de Acesso Flexível para }LIMS baseados em Workflows*. PhD thesis, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 6 2014.