



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
CURSO DE COMPUTAÇÃO**

**BRUNO JOSÉ CLEMENTINO**

**IMPLEMENTAÇÃO DE REGISTRO ELETRÔNICO PARA PROTOTIPAGEM  
RÁPIDA DE BIOMODELO**

**CAMPINA GRANDE  
2016**

**BRUNO JOSÉ CLEMENTINO**

**IMPLEMENTAÇÃO DE REGISTRO ELETRÔNICO PARA PROTOTIPAGEM  
RÁPIDA DE BIOMODELO**

Trabalho de Conclusão de Curso em Computação da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Computação.

Área de concentração: Análise e desenvolvimento de sistemas.

Orientador: Prof. Dr. José Augusto de Oliveira Neto.

**CAMPINA GRANDE**

**2016**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C626i Clementino, Bruno José.

Implementação de registro eletrônico para prototipagem rápida de biomodelo [manuscrito] / Bruno José Clementino. - 2016.

30 p. : il. color.

Digitado.

Monografia (Graduação em Computação) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.

"Orientação: Prof. Dr. José Augusto de Oliveira Neto, Departamento de Relações Internacionais".

1. Impressão 3D. 2. Registro eletrônico. 3. Registro automático. 4. Desenvolvimento de software. I. Título.

21. ed. CDD 005.37

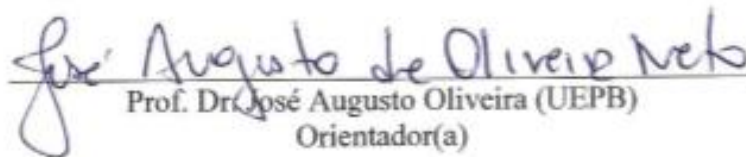
BRUNO JOSÉ CLEMENTINO

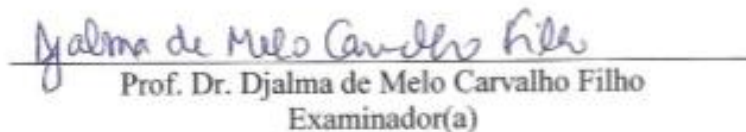
IMPLEMENTAÇÃO DE REGISTRO ELETRÔNICO PARA PROTOTIPAGEM  
RÁPIDA DE BIOMODELO

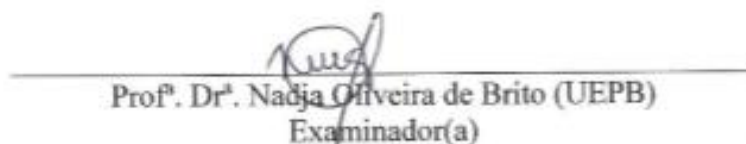
Trabalho de Conclusão de Curso em  
Computação da Universidade Estadual da  
Paraíba, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em  
Computação.

Área de concentração: Análise e  
desenvolvimento de sistemas.

Aprovado em 25 de Maio de 2016

  
Prof. Dr. José Augusto Oliveira (UEPB)  
Orientador(a)

  
Prof. Dr. Djalma de Melo Carvalho Filho  
Examinador(a)

  
Profª. Drª. Nadja Oliveira de Brito (UEPB)  
Examinador(a)

Aos meus pais, Maria do Desterro e Severino,  
por tudo que fizeram por mim durante toda minha  
vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Sou grato a Deus por ter me proporcionado essa conquista, me dado força, paciência e conhecimento necessário para alcançar a conclusão deste curso.

Aos meus pais, por todo apoio, amor e carinho, auxílio financeiro, força, paciência e esforço para tornar possível a continuidade de meus estudos.

Aos meus irmãos, por toda força, companheirismo e auxílio, alguns mesmo estando distantes contribuíram diretamente para minha formação.

À minha família, por compreender minha ausência em muitos encontros familiares, por todo acolhimento que de uma forma ou de outra foi vital para essa graduação.

A todos os meus amigos, em especial José Fábio, Luana Janaína, Lucas Miranda, Lukas Teles, Melqui Andrade e Sidney Pimentel, pelo companheirismo, experiência e motivação mútua. Por estarmos juntos na graduação, mesmo em meio a dificuldades proporcionaram bons momentos que mantereí comigo.

Ao Professor Dr. José Augusto de Oliveira Neto pela orientação, paciência e experiência proporcionada. Por ter me guiado na construção deste trabalho.

À equipe do LT3D/NUTES pelo acolhimento e contribuição para execução dessa pesquisa.

A todos os meus professores pelo conhecimento passado e experiências trocadas, que contribuíram para minha formação pessoal e profissional.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente deram sua contribuição na minha trajetória acadêmica.

## RESUMO

Para a confecção de um biomodelo é necessário a execução de várias atividades, as quais devem ser gerenciadas para garantir que ocorram com o máximo de desempenho. O Laboratório de Tecnologias 3D – LT3D do Núcleo de Tecnologias estratégicas em Saúde – NUTES segue um processo estruturado para impressão 3D, exigindo que os pesquisadores envolvidos registrem informações em cada parte do processo para controle do fluxo. Diante disso, este trabalho teve como objetivo implementar uma solução automatizada para registro de informações que até então eram feitas com o auxílio de papel e outros métodos manuais. O registro eletrônico fornece uma base de dados centralizada de fácil acesso, com informações sobre os pesquisadores que efetuam as atividades e quanto tempo é gasto nelas. Possibilitando a realização de análises para identificação de problemas que interferem diretamente no tempo total da impressão de um biomodelo. O software desenvolvido foi implantado no LT3D e possui funcionalidades como autenticação e controle dos usuários, visualização de histórico das tarefas realizadas e visão geral sobre as atividades executadas e pendentes. Quanto ao uso do software, foi redigido um manual com instruções para realização de determinadas tarefas, também houve treinamento com os usuários afim de mostra-los sua utilização. A partir de reuniões realizadas com a equipe do LT3D pôde ser verificado que o software proporcionou uma rotina inovadora aos pesquisadores, causando melhoria na prototipação de biomodelo principalmente através do registro automático de dados e do auxílio no gerenciamento das tarefas.

**Palavras-Chave:** Impressão 3D. Registro eletrônico. Registro automático.

## ABSTRACT

For making a one biomodel it is required the execution of various activities, these activities should be managed to ensure that it may occur with the maximum performance. The Laboratório de Tecnologias 3D – LT3D the Núcleo de Tecnologias estratégicas em Saúde – NUTES follow a structured process for 3D printing, requiring that the researchers involved register information in each part of the process to control the stream. Facing that, this work had as aim to implement a solution automated to the register of informations that untill now they were made with the help of paper and other manual methods. The electronic registration provides a centralized data base of easy access, with informations about the researchers who perform the activities and about how much time is spent on them, making possible the analysis to identify the problems that interferes directly in the total time of printing a biomodel. The software developed was implanted in the LT3D and possess features as authentication and control of users, historical view of the tasks performed and an overview of the activities performed and pending. About the software use, it was drafted a manual with instructions to the performance of certain tasks, and there was also training with the users, in order to show them its use. After held meetings with the LT3D team it could be noticed that the software provided an innovative routine to the researchers, causing improvements in the prototyping of the biomodel, mainly through the auto registration of data and of aid in the management of tasks.

**Keywords:** 3D printing. Electronic registration. Auto registration.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Funcionamento da metodologia de desenvolvimento ágil SCRUM .....	17
Figura 2 - Comparação entre as metodologias tradicionais e ágeis .....	18
Figura 3 - Exemplo de processo modelado com jBPM .....	20
Figura 4 - Arquitetura de comunicação software/servidor.....	22
Figura 5 - Tela de autenticação.....	24
Figura 6 - Tela de atribuição de permissões .....	25
Figura 7 - Tela de histórico de um caso clínico .....	25
Figura 8 - Tela principal do Form3d .....	26
Figura 9 - Exemplo da estrutura do manual .....	27

## SUMÁRIO

<b>1- INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>1.1- Objetivos</b> .....	13
1.1.1- Objetivo geral .....	13
1.1.2- Objetivos específicos .....	13
<b>1.2- Justificativa</b> .....	13
<b>2- REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
<b>2.1 - A fabricação de biomodelos para apoio no planejamento e execução de cirurgias</b> .....	15
<b>2.2 - Desenvolvimento ágil de software</b> .....	15
<b>2.3 - O SCRUM</b> .....	16
2.3.1-Funcionamento.....	16
<b>2.4 - Métodos ágeis versus Métodos tradicionais</b> .....	18
<b>2.5 - Tecnologia para desenvolvimento de aplicações BPM</b> .....	19
2.5.1- jBPM.....	19
<b>3- METODOLOGIA</b> .....	21
<b>3.1- Definição do processo de desenvolvimento</b> .....	21
<b>3.2- Pesquisa sobre tecnologias</b> .....	21
<b>3.3- Ciclo</b> .....	21
<b>3.4- Elaboração de manual</b> .....	21
<b>3.5- Treinamento</b> .....	22
<b>3.6- Suporte e Implantação</b> .....	22
<b>4- RESULTADOS</b> .....	23
<b>4.1- O fluxo jBPM para a aplicação</b> .....	23
<b>4.2- Ferramenta</b> .....	23
4.2.1- Autenticação de usuários .....	23
4.2.2- Controle dos usuários.....	24
4.2.3- Histórico das etapas relacionadas aos casos clínicos .....	25
4.2.4- Tarefas semi-automáticas .....	25
4.2.5- Visualização da situação dos casos clínicos.....	26
<b>4.3- Manual</b> .....	27
<b>4.4- Implantação</b> .....	27
<b>5- CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	28

<b>6- REFERÊNCIAS .....</b>	<b>29</b>
-----------------------------	-----------

## 1- INTRODUÇÃO

As instituições devem estar preparadas para se adaptar às exigências advindas com o avanço tecnológico, usar instrumentos que outrora eram essenciais no cotidiano pode ser insuficiente para atender à demanda de mercado e de outros segmentos. O Laboratório de Tecnologias 3D (LT3D), situado no Núcleo de Tecnologias Estratégicas em Saúde (Nutes) da Universidade Estadual da Paraíba, dedica-se a pesquisa, desenvolvimento e aplicações da prototipagem rápida nas áreas médicas e odontológicas para planejamento cirúrgico.

No LT3D, o desenvolvimento de um protótipo exige uma sequência de etapas e vários profissionais envolvidos para que sua confecção se dê com o máximo de qualidade. Em cada etapa algumas informações devem ser mantidas afim de gerenciar e rastrear as tarefas executadas. O registro manual dessas informações consome tempo e influencia diretamente na duração do processo de prototipação, nesse contexto verifica-se a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta que proporcione eficiência no gerenciamento dessas etapas durante todo o fluxo da biomodelagem.

As ferramentas de gerenciamento de processos de negócio – Business Process Management System (BPMS) – possibilitam otimizar os resultados das organizações que possuem rotinas estabelecidas para realização dos processos. As tarefas associadas a cada etapa envolvida devem ser realizadas conforme o planejamento estabelecido no fluxo BPM, possibilitando tanto o registro das informações sobre o desempenho de cada tarefa, quanto a análise dessas informações para identificação de gargalos.

O levantamento de requisitos para a construção de um software que torne o gerenciamento do processo de biomodelagem semi-automatizado foi realizado no projeto de mestrado profissional do LT3D. Com base nestes requisitos, este trabalho se restringe a implementação de um registro eletrônico para a prototipagem rápida de biomodelo a ser implantado no LT3D.

A implementação dos requisitos foi feita usando a linguagem de programação java, tendo em vista o amplo conhecimento prévio e a disponibilidade de um framework para criação de aplicações baseadas em BPM. Também se fez uso da metodologia de desenvolvimento ágil de software SCRUM.

A aplicação desenvolvida possui funcionalidades de controle de acesso a determinadas áreas, os usuários são classificados como Comum, Técnico e Administrador, cada um com suas atribuições. Como resultado observou-se que informações antes registradas em papel, quadro e bloco de notas, passam a ser armazenadas em um banco de dados central de fácil acesso. Outro fator resultante é que as informações sobre os pesquisadores envolvidos diretamente no processo de confecção dos biomodelo bem como atividades realizadas e horário são registrados de forma automática.

Estando o Form3d finalizado, foi então instalado no laboratório para que os pesquisadores começassem a utiliza-lo. Identificado a necessidade de material de apoio para sua utilização, o manual do Form3d foi elaborado, em seguida realizou-se o treinamento com os usuários do software.

## **1.1- Objetivos**

### **1.1.1- Objetivo geral**

Implementar uma solução automatizada para registro de informações relacionadas com as etapas presentes no fluxo de prototipagem rápida realizada no LT3D. A fim de manter os dados salvos em uma base de dados de fácil acesso, substituindo o registro físico, em papéis e pastas, até então utilizados no laboratório.

### **1.1.2- Objetivos específicos**

- Implementar um registro eletrônico para ser usado durante todo o processo de biomodelagem.
- Alimentar uma base de dados que permita análises estatísticas para extração de informações que proporcionem melhorias no processo de biomodelagem.
- Implantar o software no LT3D.
- Redigir manual e disponibilizá-lo para os usuários.

Essa pesquisa não fere princípios éticos, uma vez que todas as informações exigidas foram extraídas com base nas regras de negócio do LT3D, não sendo necessário expor qualquer informação clínica de pacientes.

## **1.2- Justificativa**

Quando uma solicitação de biomodelo chegava ao LT3D, o formulário físico de solicitação era guardado em uma gaveta. Com o tempo, a quantidade de papéis vinha crescendo, assim como o espaço ocupado nas instalações do laboratório

Esse modelo de armazenamento dificulta o levantamento de informações relacionadas com os casos solicitados, além de estar exposto ao desgaste do papel com o passar do tempo, tornando inevitável a perda de dados.

Apesar do LT3D seguir um processo estruturado e disciplinado de biomodelagem, informações importantes em cada etapa eram mantidas por pouco tempo, uma vez que ao usar métodos manuais para registrá-las o pesquisador por vezes acabava por não fazer a devida anotação ou até excluindo-as. Como consequência, a situação de cada caso clínico, a responsabilidade das tarefas ou o

tempo tomado por cada etapa não era conhecido, impossibilitando identificar situações responsáveis por atrasos na biomodelagem.

## 2- REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - A fabricação de biomodelos para apoio no planejamento e execução de cirurgias

Prototipagem rápida se refere a um conjunto de tecnologias usadas para fabricação de objetos a partir de dados tridimensionais computadorizados. A utilização da tecnologia de prototipagem rápida está sendo adotada cada vez mais. Por permitir a criação de protótipos físicos com as mesmas características de um modelo virtual, essa tecnologia tornou-se um recurso fundamental na medicina para auxiliar nos processos cirúrgicos de pacientes (MEURER, OLIVEIRA, *et al.*, 2007).

A definição de um processo de prototipação requer uma análise aprofundada das características do biomodelo (ANTAS, LINO e NETO, 2008). A prototipagem pode ser dividida como prototipagem rápida aditiva, que utiliza a adição de materiais, e prototipagem rápida subtrativa, fazendo a usinagem de um bloco de material (JUNIOR, 2008). A complexidade das estruturas a serem reproduzidas na área cirúrgica odontológica exigem que os processos utilizem a tecnologia de adição de materiais (BALEM, 2010).

Para a confecção de um biomodelo, várias etapas são realizadas desde a obtenção das imagens tomográficas do paciente até a impressão do produto, tornando necessário seguir uma sequência de passos definidos para obtenção de um protótipo com boa qualidade no menor tempo possível, reduzindo custos com materiais (MARTINS, 2015)

### 2.2 - Desenvolvimento ágil de software

Com o passar dos anos, diferentes metodologias para desenvolvimento de software foram elaboradas, dentre elas estão os métodos ágeis. Pressman (2011) afirma que os métodos ágeis são frutos de um esforço para suprir necessidades da engenharia de software convencional, sendo que o desenvolvimento ágil não é indicado para todos os projetos ou situações, podendo ser aplicado como uma filosofia geral no desenvolvimento de software. Sendo assim, tais metodologias podem ser adaptadas para cada projeto.

Em 2001, dezessete especialistas em processos de desenvolvimento de software elaboraram o manifesto ágil.

Estamos descobrindo maneiras melhores de desenvolver software fazendo-o nós mesmos e ajudando outros a fazê-lo. Através deste trabalho, passamos a valorizar:

**Indivíduos e interação entre eles** mais que processos e ferramentas  
**Software em funcionamento** mais que documentação abrangente  
**Colaboração com o cliente** mais que negociação de contratos

**Responder a mudanças** mais que seguir um plano.  
Ou seja, mesmo havendo valor nos itens à direita,  
valorizamos mais os itens à esquerda. (Manifesto Ágil, 2001)

O manifesto ágil não descarta os processos e ferramentas, a documentação, negociação de contratos, ou a necessidade de seguir um plano estabelecido. Esses fatores são colocados em segundo plano. Os indivíduos e suas interações, o funcionamento do software, a colaboração do cliente e a flexibilidade em se adaptar a mudanças são prioritários nas metodologias ágeis.

Segundo Sbrocco e Macedo (2012) citada por (SOUZA, NUNES, *et al.*, 2015), usar metodologias para o desenvolvimento de softwares é essencial para que o resultado final mantenha um alto padrão de qualidade atendendo o prazo determinado, uma vez que o processo de desenvolvimento de software tem alta complexidade.

## 2.3 - O SCRUM

No início da década de 90, Jeff Sutherland e sua equipe elaboraram a metodologia de desenvolvimento ágil SCRUM para gerir e planejar projetos de software (PRESSMAN, 2011).

Existem várias metodologias ágeis para desenvolvimento de software, dentre as quais a metodologia SCRUM se destaca por ser um processo incremental que pode ser aplicado quando os requisitos de um sistema não estão bem definidos ou podem mudar com frequência (SILVA, SOUZA e CAMARGO, 2013). Sendo utilizado para trabalhos complexos nos quais não se pode prever tudo que irá acontecer durante o desenvolvimento.

### 2.3.1-Funcionamento

O SCRUM se baseia no desenvolvimento com foco em melhorias contínuas, sendo basicamente dividido nas fases de planejamento, execução, verificação e ajustes (SILVA e JUNIOR, 2014). Todas as fases são executadas em cada ciclo.

Inicialmente, no planejamento, os objetivos devem ser definidos de acordo com a prioridade do que se deseja fazer. Depois do planejamento é hora de realizar as tarefas necessárias para atender os objetivos definidos. Uma vez que a segunda fase tenha sido concluída torna-se necessário fazer avaliação dos resultados alcançados, buscando identificar possíveis erros e acertos da fase de execução. A última fase do ciclo corresponde a identificar e corrigir falhas.

Os ciclos são chamados de *Sprints*, e representam um período determinado para realização de uma sequência de atividades, normalmente o tempo de duração fica em torno de 30 dias, podendo ser ajustado de acordo com a necessidade (SILVA, SOUZA e CAMARGO, 2013). Diariamente se realiza reuniões com os



participantes por cerca de 15 minutos para se atualizar acerca da situação atual do projeto.

A equipe de projeto é composta por três partes distintas:

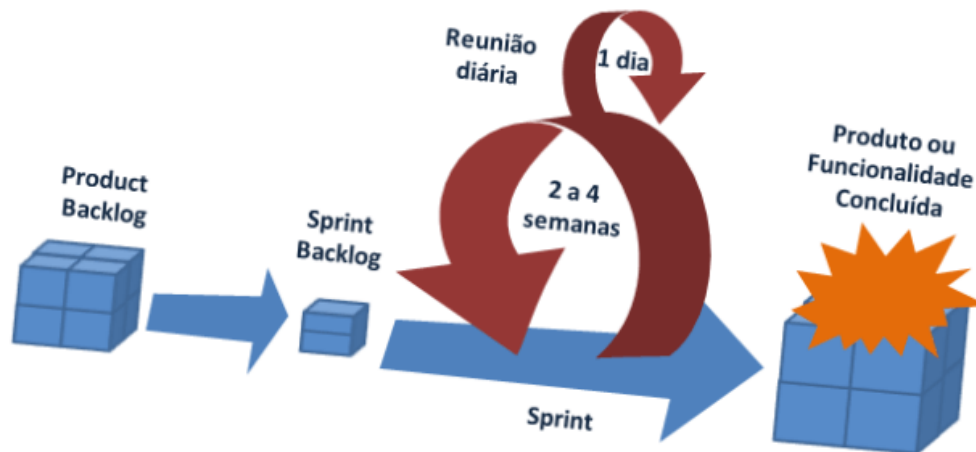
**Product Owner** – Responsável por defender os interesses do cliente, pode priorizar ou modificar os requisitos. É quem diz se o resultado da Sprint será aceito ou rejeitado;

**Scrum Master** – “é responsável por remover impedimentos, garantir que a equipe não sofra interferências e ajudar o Product Owner na priorização dos requisitos” (SILVA e JUNIOR, 2014).

**Scrum Team** – Seleciona quais requisitos serão executados durante a sprint. A equipe é composta normalmente por cerca de sete pessoas responsáveis por análise, programação e testes (SILVA, SOUZA e CAMARGO, 2013).

A Figura 1 ilustra as etapas seguidas na metodologia SCRUM:

Figura 1 - Funcionamento da metodologia de desenvolvimento ágil SCRUM



Fonte<sup>1</sup>: MindMaster – Site da empresa voltada para capacitação de pessoas com conhecimentos específicos.

De acordo com Pressman (2011) a Figura 1 é explicada da seguinte maneira:

- **Product Backlog** – É a representação das funcionalidades solicitadas pelo *Product Owner*. As funcionalidades são listadas de forma prioritária;
- **Sprint Backlog** – Algumas funcionalidades são distribuídas para que sejam contempladas na Sprint;
- **Sprint** – É o tempo que determina quando um conjunto de funcionalidades serão concluídas. Esse tempo não deve ser muito

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.mindmaster.com.br/scrum/>. Acesso em abril de 2016

longo. Durante a realização da Sprint, diariamente são realizadas as reuniões entre os membros da equipe.

- Produto ou funcionalidade concluída – Ao término da Sprint um conjunto de funcionalidades estará concluído, podendo ser o produto final ou uma parte do produto.

## 2.4 - Métodos ágeis versus Métodos tradicionais

Muitos dos processos existentes possuem elementos em comum que possibilitam uma comparação sistemática entre eles (SMITH, 2012).

Métodos tradicionais visam entregar o produto ao cliente quando estiver totalmente concluído. Sendo assim o cliente só perceberá resultado quando o produto estiver finalizado. Já os métodos ágeis permitem que entregas parciais do produto final sejam apresentadas ao cliente. Vale ressaltar que nem todos os tipos de projeto permitem que essa metodologia seja aplicada (PRESSMAN, 2011).

A principal diferença entre métodos ágeis e métodos tradicionais é que no primeiro o foco está nas pessoas, em seu conjunto de valores, princípios e práticas, já o segundo foca no processo, tentando prever tudo o que poderá ocorrer (PRIKLADNICKI, WILLI e MILANI, 2014). Esses autores montaram uma tabela comparativa entre as metodologias, exibida a seguir na Figura 2:

Figura 2 - Comparação entre as metodologias tradicionais e ágeis

	TRADICIONAL	METODOLOGIAS ÁGEIS
Pressupostos fundamentais	Sistemas totalmente especificáveis, previsíveis; desenvolvidos a partir de um planejamento extensivo e meticuloso	Software adaptativo e de alta qualidade; pode ser desenvolvido por equipes pequenas utilizando os princípios da melhoria contínua do projeto e testes orientados a rápida resposta a mudanças
Controle	Orientado a processos	Orientado a pessoas
Estilo de gerenciamento	Comandar e controlar	Liderar e colaborar
Gestão do conhecimento	Explícito	Tácito
Atribuição de papéis	Individual – favorece a especialização	Times auto-organizáveis – favorece a troca de papéis
Comunicação	Formal	Informal
Ciclo do projeto	Guiado por tarefas ou atividades	Guiado por funcionalidades do produto
Modelo de desenvolvimento	Modelo de ciclo de vida (Cascata, Espiral, ou alguma variação)	Modelo iterativo e incremental de entregas
Forma/estrutura organizacional desejada	Mecânica (burocrática com muita formalização)	Orgânica (flexível e com incentivos a participação e cooperação social)

A comparação exposta por meio da Figura 2 mostra como o foco de cada metodologia se difere, explicitando as características de cada metodologia.

## 2.5 - Tecnologia para desenvolvimento de aplicações BPM

O mundo dos negócios sofre mudanças constantes. Diante disso é necessário haver metodologias e ferramentas tecnológicas que auxiliem as organizações no processo de administração eficiente dos seus negócios (TRENNEPOHL, 2014). Para fornecer esse auxílio sistemas devem oferecer recursos apropriados para gerir processos. Ainda de acordo com Trennepohl, no contexto atual, onde as empresas buscam alternativas para acompanhar a evolução tecnológica e atender as necessidades do mercado, encontra-se o Business Process Management (BPM).

As aplicações de BPM têm como principal objetivo fornecer um conjunto de funcionalidades que permite às empresas modelar e gerenciar diferentes processos de negócios (SILVA, 2013).

BPMN (Business Process Management Notation) é a notação padrão para modelagem de processo de negócio, tendo como objetivo o uso de uma notação gráfica padrão, independente de aplicação ou ferramenta (CORREIA, 2013).

Segundo Avila (2015) as categorias dos elementos BPMN são:

- Objetos de fluxo – São os principais elementos, responsáveis por definir o fluxo do processo;
- Dados – Disponibiliza informações para identificar a atividade a ser realizada;
- Objetos de conexão – São estes quem fazem a conexão com os objetos de fluxo;
- Partições – Responsável por agrupar os elementos;
- Artefatos – Quando necessário pode ser usado para adicionar informações ao processo.

### 2.5.1- jBPM

O jBPM é um framework que possibilita a criação de soluções para processos de negócios usando notações gráficas e programação sendo responsável por fazer a ligação entre os desenvolvedores e gerentes de negócios. Normalmente ferramentas de BPM se limita aos usuários sem conhecimento técnico, porém o jBPM oferece recursos tanto para os gerentes de negócios quanto para os desenvolvedores de aplicação (jBPM, 2016).

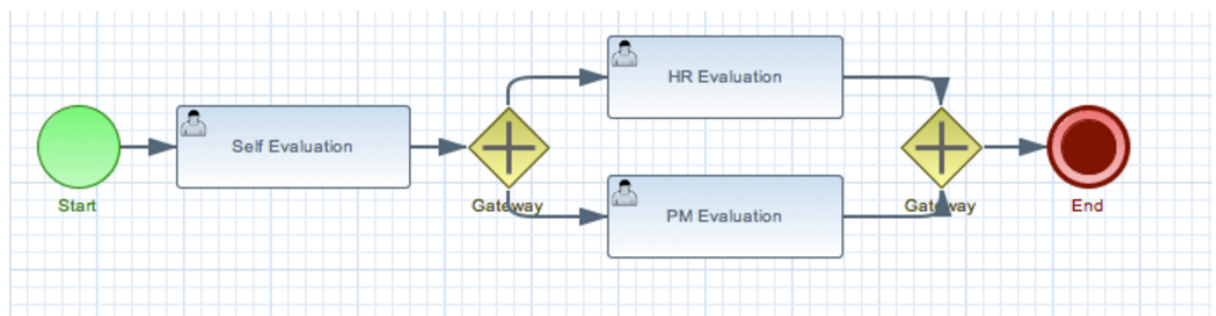
Desenvolvido usando a linguagem de programação Java, o jBPM permite a execução de processos com base na especificação BPMN, podendo ser executado em qualquer ambiente Java. Seus principais componentes são classes Java para

gerenciamento de processos, que disponibilizam uma interface gráfica dedicada para modelagem de processo.

De acordo com jBPM Documentation (2016) o jBPM não implementa todos os elementos e atributos da especificação BPMN, porém abrange um conjunto significativo de elementos. A seguir são listados alguns dos elementos representados:

- Eventos – Simbolizado por um círculo;
- Atividades – Simbolizado por um retângulo;
- Decisões – Simbolizado por um losango;
- Conectores – Simbolizado por uma seta.

Figura 3 - Exemplo de processo modelado com jBPM



Fonte: (jBPM Documentation, 2016)

Na Figura 3 os círculos representam respectivamente eventos de início e fim, os retângulos representam as atividades que serão realizadas, os losangos representam decisões, e as setas representam os conectores.

### 3- METODOLOGIA

A pesquisa realizada para a construção do presente trabalho pode ser classificada como exploratória, visto que houve a necessidade de realizar um estudo sobre os processos envolvidos na confecção de biomodelos e sobre o BPM. Os tópicos a seguir descrevem as etapas realizadas durante a pesquisa.

#### 3.1- Definição do processo de desenvolvimento

A metodologia de desenvolvimento ágil SCRUM foi seguida para atender os requisitos definidos, uma vez que o LT3D - Laboratório de Tecnologias 3D - segue um processo de fabricação de biomodelo composto por vários subprocessos (Solicitação do biomodelo pelo cirurgião, verificar viabilidade, realizar tratamento de imagens, enviar imagens tratadas para a aprovação do cirurgião, imprimir biomodelo, entregar biomodelo ao cirurgião, etc).

#### 3.2- Pesquisa sobre tecnologias

Antes da implementação do Form3d – Software desenvolvido para registro de dados – foi realizada uma pesquisa para identificar ferramentas BPMN que possibilitasse atender os requisitos. Como resultado da busca, a ferramenta jBPM foi selecionada.

#### 3.3- Ciclo

Para a construção do Form3d foram realizados vários ciclos, os quais passaram pelos seguintes passos:

- Requisitos – Seleção dos requisitos para *sprint backlog*;
- Implementação – Realização da *Sprint* atendendo os requisitos listados na *sprint backlog*;
- Homologação – Após a implementação, foram realizadas as reuniões com os membros do LT3D afim de se obter aprovação das funcionalidades desenvolvidas.

#### 3.4- Elaboração de manual

Uma vez que o produto final foi alcançado, o manual do usuário foi redigido para que qualquer pessoa possa esclarecer possíveis dúvidas sobre como realizar determinadas tarefas no Form3d.

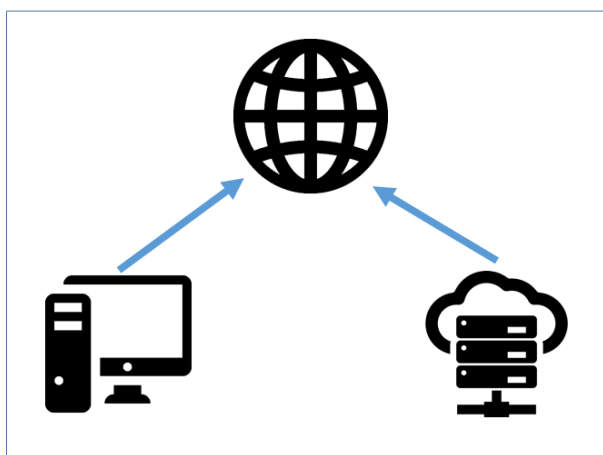
### 3.5- Treinamento

Em conjunto com os membros do LT3D que viriam a utilizar o Form3d, foi definido uma data para mostra-los o software em funcionamento, bem como ensiná-los a operar.

### 3.6- Suporte e Implantação

Em virtude de problemas que poderiam ser encontrados pelos usuários do Form3d, foi necessário o desenvolvedor estar disponível para dar suporte durante um mês após a implantação do software. Vale ressaltar que o Form3d foi instalado em sistema Windows e sua base de dados está centralizada em um servidor, sendo assim, para que o software funcione corretamente é necessário que tanto o servidor quanto o computador – que possui o software instalado – estejam conectados à internet.

*Figura 4 - Arquitetura de comunicação software/servidor*



A Figura 4 ilustra a arquitetura de comunicação entre software e servidor que fazem uso da rede de internet para trocar informações.

## **4- RESULTADOS**

Esta seção tem o objetivo de apresentar resultados alcançados no decorrer da pesquisa.

### **4.1- O fluxo jBPM para a aplicação**

Uma vez que o fluxograma foi elaborado com base nos processos exigidos pelo LT3D na confecção dos biomodelos e seguindo a especificação do framework jBPM, o Form3d passa a gerenciar as etapas realizadas pelos pesquisadores envolvidos nestes processos. Antes esse gerenciamento se dava de forma manual fazendo uso de um quadro de anotações disponível no LT3D e usando um editor de texto do computador para que pesquisadores pudessem acompanhar e registrar o andamento dos casos clínicos.

Com o software desenvolvido, as informações estão armazenadas em uma base de dados e estão acessíveis aos pesquisadores por meio dos computadores que possuem o software instalado.

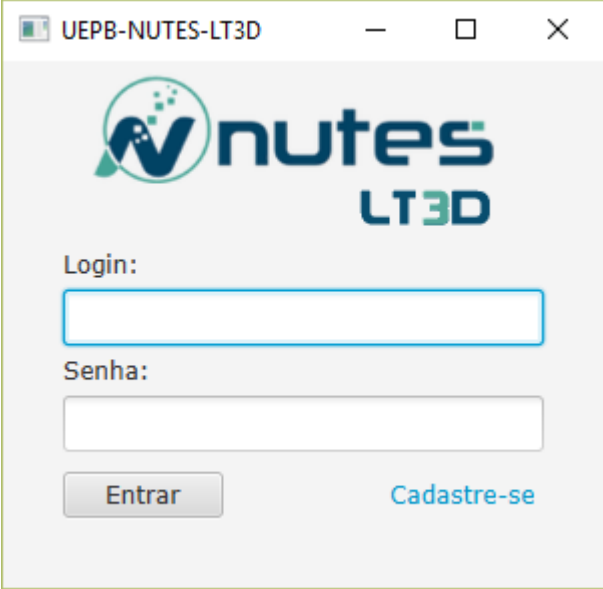
### **4.2- Ferramenta**

Nos tópicos 5.2.1 ao 5.2.5 são apresentadas algumas funcionalidades atendidas pelo Form3d.

#### **4.2.1- Autenticação de usuários**

A tela de autenticação, mostrada na Figura 5, permite que usuários acessem o sistema, essa etapa é fundamental para que possam acessar as demais telas do Form3d.

Figura 5 - Tela de autenticação



A imagem mostra uma janela de autenticação com o seguinte conteúdo:

- Título da janela: UEPB-NUTES-LT3D
- Logotipo: nutes LT3D
- Etiqueta: Login:
- Etiqueta: Senha:
- Botão: Entrar
- Link: Cadastre-se

Fonte: Captura de tela do computador

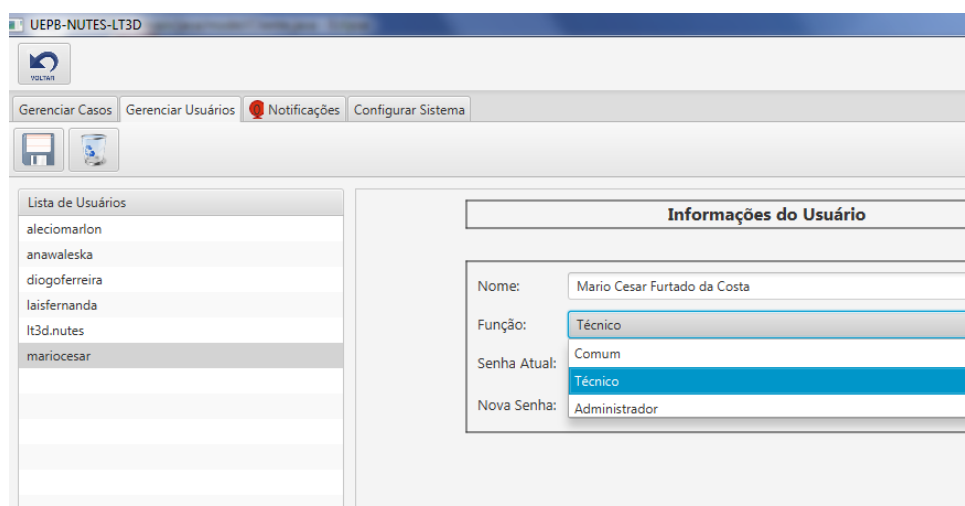
A autenticação é obrigatória para todos os diferentes usuários. Quando alguém se cadastra no sistema é definido automaticamente como sendo usuário Comum. O tópico a seguir explica sobre os tipos de usuários.

#### 4.2.2- Controle dos usuários

Os usuários são classificados em Comum – Tendo acesso ao histórico dos casos clínicos e podendo visualizar em qual etapa do processo se encontram – Técnico – Pesquisadores designados a realizar as tarefas do processo – Administrador – Responsável por atribuir permissões aos usuários, fazer alterações nos casos clínicos e configurações no software. Desse modo o administrador tem o poder de designar responsabilidades aos respectivos usuários. A Figura 6 é uma captura da tela do Form3d.



Figura 6 - Tela de atribuição de permissões

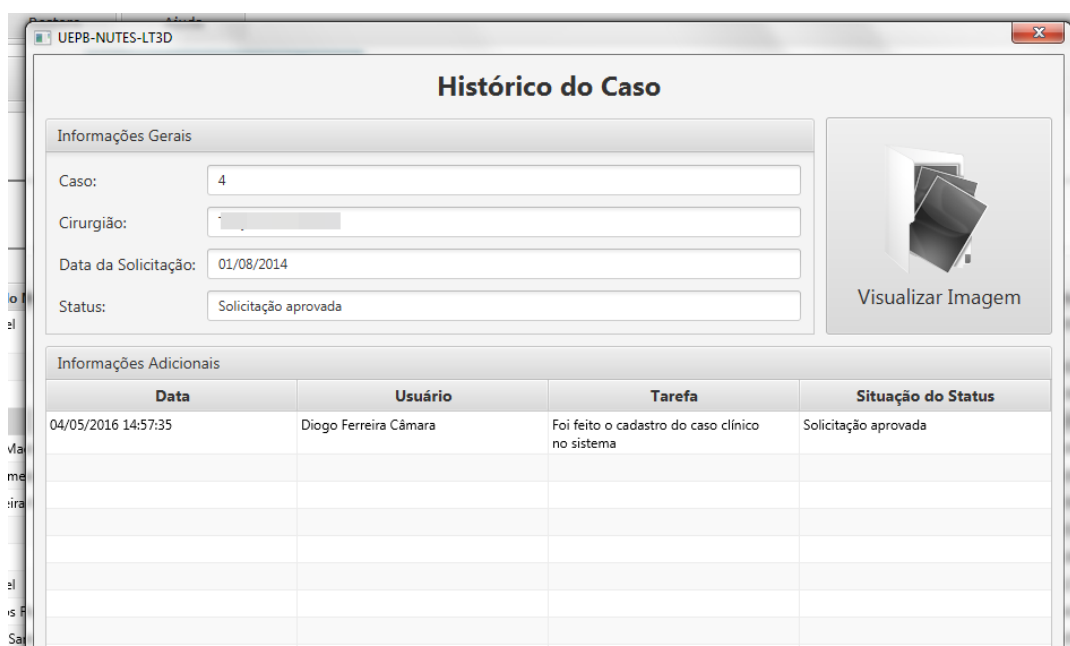


Fonte: Captura de tela do computador

#### 4.2.3- Histórico das etapas relacionadas aos casos clínicos

Sempre que uma tarefa está sendo executada registra-se quem é o usuário que a realiza, o horário que foi realizada, o que foi feito e se foi concluída. Antes do software, essas informações eram registradas em um bloco de notas, sendo necessário inseri-las manualmente todas as vezes que uma atividade era realizada. As referidas informações são apresentadas aos usuários como ilustra a Figura 7.

Figura 7 - Tela de histórico de um caso clínico



Fonte: Captura de tela do computador

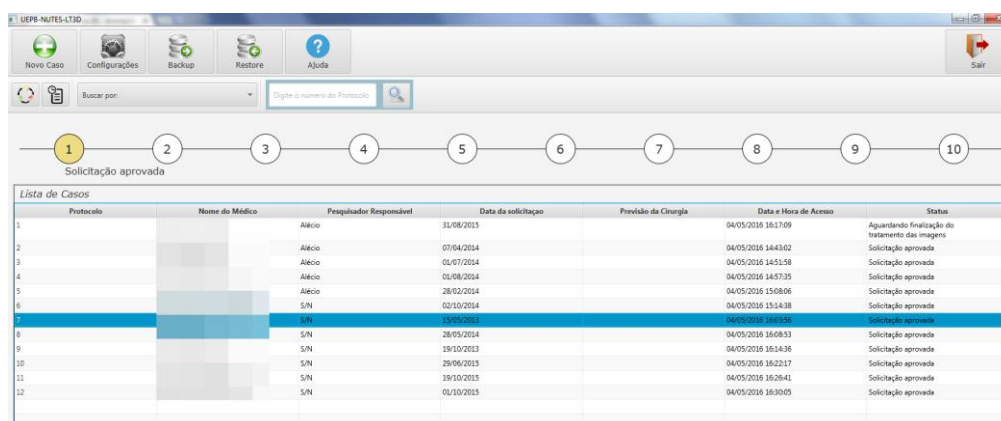
#### 4.2.4- Tarefas semi-automáticas

Após a conclusão de uma tarefa, o software encaminha o usuário para a próxima, ou seja, o software define a tarefa como concluída para que na próxima vez que o usuário voltar ao software para continuar seu trabalho seja então encaminhado a próxima etapa.

#### 4.2.5- Visualização da situação dos casos clínicos

A tela inicial do Form3d exibe todos os casos clínicos que estão sendo trabalhados, assim os usuários podem identificar as atividades realizadas e as que ainda estão pendentes. Essas informações antes vistas em um quadro, agora passam a estar disponíveis direto nos computadores usados pelos profissionais que trabalham para confeccionar os biomodelos. Na Figura 8 é exibido a tela inicial com os casos clínicos que estão em andamento. As informações ilustradas na Figura 8 foram passadas dos formulários de solicitação, de casos clínicos antigos que já existiam no LT3D, para o Form3d.

Figura 8 - Tela principal do Form3d



The screenshot shows the main interface of the Form3d software. At the top, there is a navigation bar with icons for 'Novo Caso', 'Configurações', 'Backup', 'Restore', 'Ajuda', and 'Sair'. Below this is a search bar labeled 'Buscar por:' and a search icon. A progress bar with 10 steps is visible, with step 1 highlighted and labeled 'Solicitação aprovada'. Below the progress bar is a table titled 'Lista de Casos' with the following columns: Protocolo, Nome do Médico, Pesquisador Responsável, Data da solicitação, Previsão da Cirurgia, Data e Hora de Acesso, and Status.

Protocolo	Nome do Médico	Pesquisador Responsável	Data da solicitação	Previsão da Cirurgia	Data e Hora de Acesso	Status
1		Alécio	31/08/2013		04/05/2016 16:17:09	Aguardando finalização do tratamento das imagens
2		Alécio	07/04/2014		04/05/2016 14:43:02	Solicitação aprovada
3		Alécio	01/07/2014		04/05/2016 14:51:56	Solicitação aprovada
4		Alécio	01/08/2014		04/05/2016 14:57:35	Solicitação aprovada
5		Alécio	28/02/2014		04/05/2016 15:08:06	Solicitação aprovada
6		S/N	02/10/2014		04/05/2016 15:14:38	Solicitação aprovada
7		S/N	13/05/2013		04/05/2016 16:03:56	Solicitação aprovada
8		S/N	28/03/2014		04/05/2016 16:08:53	Solicitação aprovada
9		S/N	18/10/2013		04/05/2016 16:14:36	Solicitação aprovada
10		S/N	29/06/2013		04/05/2016 16:22:17	Solicitação aprovada
11		S/N	19/10/2013		04/05/2016 16:26:41	Solicitação aprovada
12		S/N	01/10/2013		04/05/2016 16:30:05	Solicitação aprovada

Fonte: Captura de tela do computador

Depois da conclusão do software foi realizado uma capacitação com os pesquisadores e técnicos do LT3D (Apresentação do software)<sup>2</sup>. Na ocasião, os pesquisadores levantaram questionamentos sobre diferentes situações que os dados armazenados pelo software poderiam ser usados. Foi ressaltado o fato de permitir análises estatísticas, análise de desempenho das tarefas, melhoria nos processos envolvidos na prototipagem. Também houve destaque a importância de manter os dados em um local de fácil acesso e menos suscetível a perda comumente ocasionada pelo desgaste do papel.

<sup>2</sup> Disponível em <https://drive.google.com/open?id=0BwNjFW3ZgBPVaTZJTHVBekNXeEE>

O Form3d gerou mudança na rotina de trabalho dos pesquisadores devido ao gerenciamento proporcionado, principalmente devido ao registro automático de informações e acesso rápido a elas.

### 4.3- Manual

Uma das exigências encontradas foi a necessidade da elaboração de um manual do software para que os usuários pudessem consulta-lo em casos de dúvidas sobre sua operação. O manual escrito baseia-se em uma estrutura de problema e solução, sendo listado perguntas e suas respectivas soluções. A Figura 9 ilustra a estrutura desse manual<sup>3</sup>.

Figura 9 - Exemplo da estrutura do manual

#### Como acessar o SWLT3D pela primeira vez?

Ao executar o sistema será apresentado a tela de login como pode ser visto na Figura 1

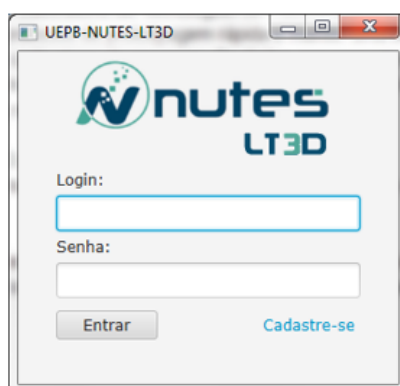


Figura 1 - Tela de login

Fonte: Captura de tela do computador

### 4.4- Implantação

Uma vez que o Form3d foi instalado nos computadores do LT3D, os casos clínicos que já existiam e estavam registrados em formulários de papel começaram a ser adicionados ao software sendo disponibilizados em uma base de dados única. As novas solicitações que chegarem ao laboratório passam a ser cadastradas e gerenciadas com auxílio do Form3d.

<sup>3</sup> Disponível em [https://drive.google.com/open?id=1uFY\\_55EejiQvenILNBjwJ1vry9Z-NqJcvTqkM9QjoDg](https://drive.google.com/open?id=1uFY_55EejiQvenILNBjwJ1vry9Z-NqJcvTqkM9QjoDg)

## 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi implementado uma ferramenta eletrônica para registro de informações referentes às etapas do fluxo de biomodelagem do LT3D. Foi feito a implantação do software e realizado a capacitação dos profissionais para usá-lo.

A partir dos resultados obtidos com a pesquisa realizada, verifica-se que o Form3d permite que as atividades realizadas no processo de prototipagem possam ser gerenciadas desde a solicitação do biomodelo para um caso clínico até a impressão do mesmo.

A biomodelagem requer uma sequência de etapas que vão desde o recebimento da solicitação até sua confecção. É necessário que as informações relacionadas com cada uma dessas etapas sejam mantidas afim de proporcionar uma análise para identificar gargalos da produção ou melhorias no processo de impressão 3D.

De acordo com as informações obtidas com pesquisadores do LT3D, há vantagem na utilização do software para gerenciar os processos em relação a forma de gerenciamento anterior já que não é necessário atualizar manualmente em qual parte do processo os casos clínicos se encontram, além de manter as informações atualizadas sempre que uma tarefa é concluída, o Form3d permite controlar a sequência de atividades que será executada.

Como trabalhos futuros, pretende-se implementar funcionalidades para análises estatísticas e geração de relatórios, disponibilizar uma versão web do Form3d para permitir que os cirurgiões que fazem as solicitações de biomodelo possam acompanhar em tempo real o fluxo da biomodelagem.

## 6- REFERÊNCIAS

ANTAS, A. F.; LINO, F. J.; NETO, R. **UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA ÁREA MÉDICA**, 2008.

AVILA, D. T. **Automatização do Processo de Solicitação de Auxílio para Participação em Eventos de uma Universidade Pública Federal utilizando Gerenciamento de Processo de Negócio**. Porto Alegre. 2015.

BALEM, F. P. **A UTILIZAÇÃO DA PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA ODONTOLOGIA**. Porto Alegre. 2010.

CORREIA, A. H. B. **Automatização de processo de negócio usando ferramentas de BPM Open Source: Automatização do processo Segunda Via**. Cabo Verde. 2013.

JBPM. **Site da jBPM**, 29 abr. 2016. Disponível em: <<http://www.jbpm.org>>.

JBPM Documentation. **jboss.org**, 29 abr. 2016. Disponível em: <<http://docs.jboss.org/jbpm/release/6.4.0.Final/jbpm-docs/html/index.html>>.

JUNIOR, A. S. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PROCESSOS DE PROTOTIPAGEM RÁPIDA NA CONCEPÇÃO DE NOVOS PRODUTOS: UM ESTUDO DE CASO PARA DETERMINAÇÃO DO PROCESSO MAIS INDICADO**. Curitiba. 2008.

MARTINS, K. Y. N. **METODOLOGIA PARA ADOÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO BASEADA NA ISO 9001 EM ORGANIZAÇÕES DE MANUFATURA ADITIVA APLICADAS À SAÚDE**. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, p. 49-51. 2015.

MEURER, E. et al. Os Biomodelos de Prototipagem Rápida em cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial. **Revista Ato Prototipagem**, p. 349-373, 2007.

PEREIRA, P.; TORREÃO, P.; MARCAL, A. S. Entendendo Scrum para Gerenciar Projetos de Forma Ágil. **Mundo PM**, 2007.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software. Uma abordagem profissional**. 7ª. ed. São Paulo: AMGH Editora Ltda., 2011.

PRIKLADNICKI, R.; WILLI, R.; MILANI, F. **Métodos ágeis para desenvolvimento de software**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

SILVA, A. R. P. D. **DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA DE BUSINESS PROCESS MANAGEMENT SOBRE SHAREPOINT 2010**. Lisboa. 2013.

SILVA, D. E. D. S.; SOUZA, I. T. D.; CAMARGO, T. METODOLOGIAS ÁGEIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE. **Computação Aplicada**, p. 39-46, 2013.

SILVA, M. D. D.; JUNIOR, F. C. D. M. Estudo de caso: aplicação das metodologias ágeis de desenvolvimento: Scrum e XP no desenvolvimento do sistema Unidisciplina. **Perquirere**, p. 113-129, 2014.

SMITH, J. A Comparison of the IBM Rational Unified Process, 2012.

SOUZA, G. D. D. S. et al. UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ÁGEIS ADEQUADAS. **Revista do CERES**, 2015.

TRENNEPOHL, D. **ANÁLISE COMPARATIVA DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS GRATUITAS DE BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM)**. Ijuí. 2014.