

SOFTWARE DE RASTREAMENTO EM TEMPO REAL DE EXECUÇÃO DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Jaderson Rodrigo Dimer

Faculdades Integradas de Taquara – Faccat – Taquara – RS – Brasil
jadertc@gmail.com

Prof. Dr. Everton Luís Berz

Professor Orientador

Faculdades Integradas de Taquara – Faccat – Taquara – RS – Brasil
everton@faccat.br

Resumo

Este artigo tem como objetivo exibir os resultados obtidos durante o desenvolvimento de um *software web*, denominado Dataproductio. Sua principal funcionalidade é o mapeamento do andamento de ordens de produção em tempo real, com fácil visualização e entendimento, permitindo assim que a maioria dos problemas que se tem hoje em dia, oriundos de mal gerenciamento e perda de materiais não-acabados, sejam resolvidos com maior facilidade em menor tempo. O *software* desenvolvido utiliza recursos de interoperabilidade entre a interface e o *backend*, facilitando a adoção em empresas que já possuem sistemas de controle de produção.

Palavras-chave: web; encomendas; gerenciamento.

REAL TIME TRACKING SOFTWARE OF PRODUCTION PROCEDURES IMPLEMENTATION

Abstract

The aim of this article is to show the results reached through a web software development, named Dataproductio. Its major function is to map the production orders in real time, with an easy overview and comprehension of the information and therefore, allowing that most of the problems the company faces nowadays, because of a bad management or even the losses of unfinished products, can be solved in an easier and quickly way. The developed software uses resources of interoperability between the interface and the backend, facilitating the adoption in companies that already have production control systems.

Key-words: web; orders; management.

1 INTRODUÇÃO

A administração da produção é a principal razão de existência de qualquer organização. Todos nós dependemos dela, pois está preocupada com a criação de produtos e de serviços, sendo essa a área mais importante de *know-how* de funcionários, ou seja, é a área mais importante de conhecimento prático de como fazer (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2002).

Slack, Chambers e Johnston (2002) ainda afirmam que a administração da produção está no centro de muitas mudanças que afetam o mundo dos negócios, as quais compreendem desde a tecnologia até a preferência do consumidor. Além disso, a administração da produção é tomada como desafiadora, pois os seus gestores precisam encontrar soluções para desafios tecnológicos, responsabilidade social e globalização.

Processos Industriais, ou manufaturas, são fluxos operacionais de produção cujo objetivo é transformar os insumos (matéria-prima, energia elétrica, mão de obra, etc.) em produtos acabados (ARAUJO, 2009).

No ambiente concorrido onde vivem as empresas atualmente, ocorre uma intensa busca por melhorias nas atividades de gestão produtiva, que se baseiam no ganho de flexibilidade, variedade, rapidez e confiabilidade nas entregas (PAIVA; CARVALHO; FENSTERSEIFER, 2004).

Zilbovicius (1999) afirma que a produção pode ser considerada como um encadeamento de fabricação e de consumos, considerando seriamente os mais diversos tipos de tempos, tais como: i) o tempo de produção em uma máquina; ii) o tempo de atravessamento do produto no interior de fabricação; iii) o tempo de preparação da máquina (tempo de setup); iv) o tempo de espera da máquina para a chegada da matéria-prima (tempo de ociosidade).

Para que uma empresa seja produtiva, precisa transformar matéria-prima em produto, levando uma série de fatores em consideração, como por exemplo, um menor custo possível na hora de produzir, preocupando-se tanto com a eficiência quanto com a eficácia (ROBBINS, 2005).

Robbins (2005) explica que, devido à globalização, é cada vez mais necessário a capacitação e avanços tecnológicos, de forma a tornar os processos ágeis e flexíveis, e ainda para melhor capacitar as empresas que quiserem sobreviver. Tudo isso em virtude da grande competitividade no mercado.

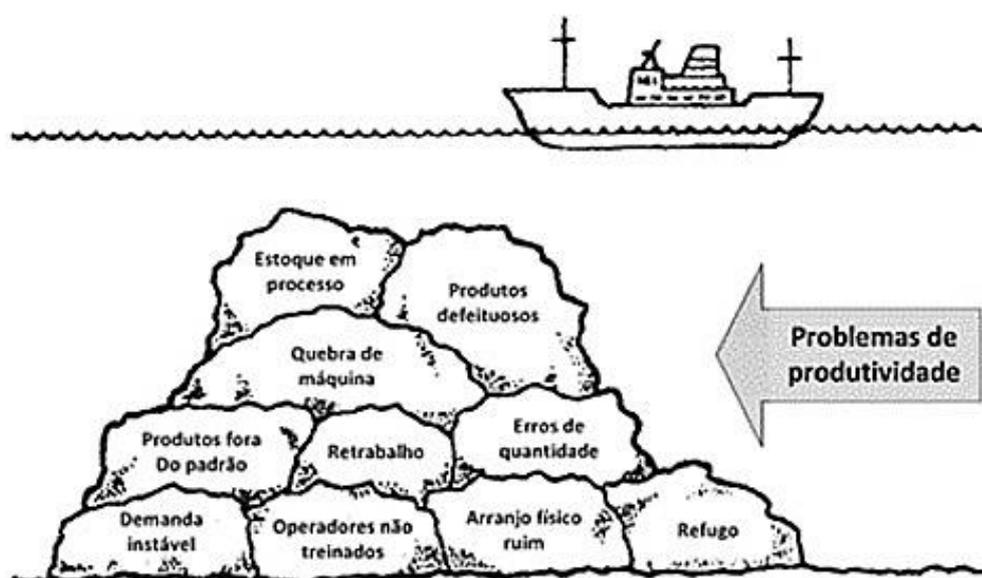
Os Sistemas de Informação atuam como responsáveis pelo desenvolvimento de soluções que possibilitam obter resultados rápidos, confiáveis e precisos. Dessa forma, a alta direção da empresa pode tomar decisões importantes para o rumo do negócio (FORTULAN, 2006).

Analisando, estudando e extraindo informações confiáveis dos dados gerados nos processos produtivos, consegue-se obter um eficaz sistema computacional de apoio às decisões, aumentando assim a competitividade (FORTULAN, 2006).

Araujo (2009) afirma que processos e seus tempos são importantes para a construção de um produto final. Assim, devemos constatar, controlar ou até eliminar possíveis erros que ocorram, como a fase de entrada afetará os resultados da fase de transformação que conseqüentemente afetará a fase final. Monitorando fases produtivas, é possível identificar os mais diversos problemas relacionados, desde fatores técnicos até relacionamentos humanos conflituosos.

Na Figura 1 são exibidos alguns destes problemas. A maioria que é ocasionada devido à falta de monitoramento ou à falta de constatação rápida, que por fim acaba sendo problemas de controle, como por exemplo, i) estoque em processo; ii) produtos defeituosos; iii) quebra de máquina; iv) produtos fora do padrão; v) retrabalho; vi) erro de quantidade; vii) demanda instável; viii) operadores não treinados; ix) arranjo físico ruim e x) refugo.

Figura 1 – Perdas escondidas devido à falta de monitoramento.



Fonte: Sevegnani *et al.* (2010, p. 4).

Este trabalho propõe a criação de um *software* para monitorar tanto os processos produtivos quanto os seus tempos, auxiliando na tomada de decisões, sendo que o mesmo irá se basear no mapeamento das ordens de produção. O *software* desenvolvido agirá em conjunto com o banco de dados existente da empresa, exibindo em tempo real as ordens de produção com seus respectivos pedidos. Assim, será possível melhorar a identificação, localização e atributos dos materiais não acabados no interior da empresa.

O artigo possui a seguinte estrutura: a seção 2 traz o referencial teórico, a seção 3 apresenta a metodologia, a seção 4 os resultados obtidos através de experimentos que foram realizados e a seção 5 traz as conclusões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é feita uma breve explicação sobre alguns dos pontos chave enfatizados neste trabalho, como os controles de ordens de produção utilizando sistemas de tempo real.

2.1 Ordens de produção

Segundo Ohno (1997), a ordem de produção, ou o sequenciamento de produção, é iniciado no momento em que o material a ser produzido entra para o seu primeiro processo produtivo. Para identificar qualquer produto não acabado em uma linha de produção, é utilizado um número ou sequência de caracteres. A ordem de produção da empresa é representada na Figura 2, onde 15 indica o ano, 10 indica o mês e 00119 indica a sequência que foi produzida.

Figura 2 – Exemplo de uma folha que contem a ordem de produção.

FICHA DE PRODUÇÃO		DATA 6/10/15 12:20:52 PAG.0001	
Ordem Nº.	15100119	Produto	PA00063133
			
Cliente	Data Entrega 2015/10/07	VERNIZ_BRILHO 0925 NUDE549	
T.Material PU	Cor Interna P47161	Tam.Rolo 250,000	Pedido 55-027260
000		PREPARAÇÃO PASTAS	*PST*
010		GRUPO LAMINADORAS	*LAM*

No interior do setor produtivo, no primeiro processo, o operário anexa uma folha que contém a ordem de produção, e que também deve conter todos os dados necessários para a produção do produto, sendo eles: i) o número da ordem de produção; ii) nome do produto não acabado, iii) cliente; iv) data de entrega; e v) processos que o produto não acabado deve seguir. Então, ao longo dos próximos processos, todos os demais operários sabem o que fazer tão logo possam visualizar o material não acabado, com a folha anexada (OHNO, 1997).

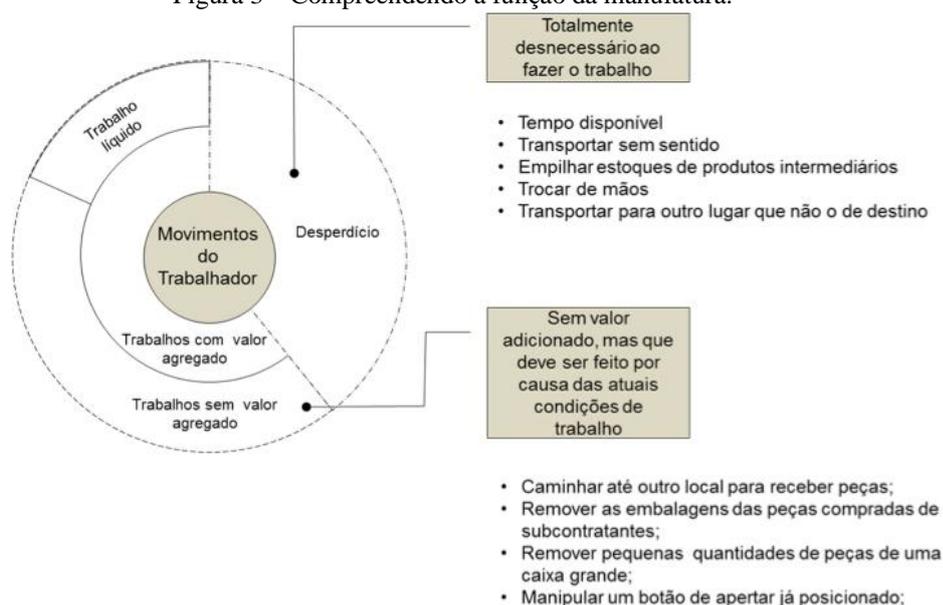
No contexto de gestão da qualidade, rastreabilidade é a capacidade de recuperar o histórico, a aplicação ou localização daquilo que está sendo considerado (ABNT, 2000). Ou como explicam Juran e Gryna Junior (1980), rastreabilidade é necessária para simplificar a investigação de falhas do produto, assim minimizando o índice de *recall*, utilizando a identificação sobre itens individuais, ou por lotes, que envolvam registros.

Através do monitoramento das fases produtivas é possível identificar os diversos problemas relacionados a elas, desde fatores técnicos até relacionamentos humanos conflituosos, ou seja, os déficits ou gargalos operacionais, e assim providenciar ações imediatas para minimizar seus efeitos (ARAÚJO, 2009).

Pode-se monitorar um ambiente utilizando sistemas computacionais de tempo real, conectando este ambiente através de alguma interface que contenha dispositivos de entrada e saída, por exemplo: sensores, atuadores e entradas manuais feitas por seres humanos (SHAW, 2003).

A Figura 3 se refere à função da manufatura. Nela está ilustrada uma fatia de tempo desperdiçado, que é razoavelmente grande, causado por um mau gerenciamento por meio dos gestores, e necessitando assim de algum tipo Sistema de Apoio à Decisão (SAD), para que atue tentando aumentar o trabalho líquido.

Figura 3 – Compreendendo a função da manufatura.



Fonte: Ohno (1997, p. 74).

Ainda sobre a Figura 3, Ohno (1997), explica que o movimento do operário na área de produção, deve ser movimento de trabalho, ou movimentos que agregam valor. Sendo assim, a parte do trabalho em si, torna-se pequena.

Segundo Turban e Aronson (2001), os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) surgiram a partir na década de 1970, logo após a criação dos Sistemas de Informação Gerenciais (SIG).

Os SAD têm a intenção de fornecer informações mais direcionadas e confiáveis sobre os problemas enfrentados pelos gestores da empresa, reduzindo assim a tomada de decisões com base na intuição, atuando no ponto de vista estratégico, organizacional e estrutural (FORTULAN, 2006).

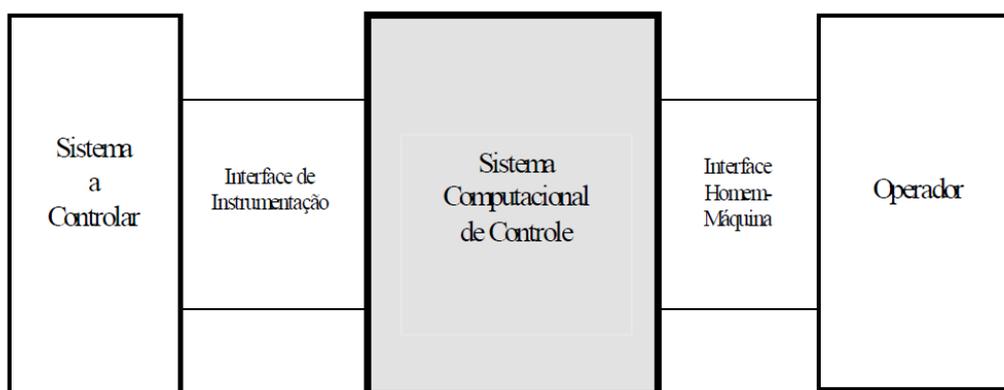
2.2 Sistemas de Tempo Real (STR)

Farines *et al.* (2000) afirma que “um sistema de Tempo Real (STR) é um sistema computacional que deve reagir a estímulos oriundos do seu ambiente em prazos específicos”. Conforme essa afirmação, em consequência de cada ação, o sistema deve entregar resultados corretos, os chamados “*correctness*”, dentro de prazos específicos, os chamados “*timeliness*”. Caso isso não ocorra, acontece o que é chamado de falha temporal.

Segundo Shaw (2003), um *software* de tempo real deve satisfazer as asserções de tempo envolvendo tempo real e absoluto, ou seja, deve computar e responder a tempo.

Em um sistema de tempo real, tanto o ambiente quanto o comportamento temporal estão relacionados. A Figura 4 representa os sistemas de supervisão e controle, onde o Sistema a Controlar e o Operador interagem com o Sistema Computacional de Controle através de Interfaces, sendo elas tanto de Instrumentação, quanto Homem-Máquina (FARINES *et al*, 2000).

Figura 4 – Sistema de Tempo Real (STR).



Fonte: Farines *et al.* (2000, p. 4).

2.3 Trabalhos relacionados

Uma das propostas existentes é o *software* proprietário Smart Monitor, da empresa Sunnyvale, que fornece toda a aparelhagem, desde o chão de fábrica, até a exibição dos dados. Entretanto, ele utiliza uma interface que insere os dados no ERP¹ da empresa. Já o Dataproduction não interfere no ERP da empresa em questão, apenas necessita dos dados já coletados (SUNNYVALE, 2015).

Alguns atributos principais do Smart Monitor são: i) monitoramento de produção; ii) *software* customizável para gerenciamento de equipamentos e processos de linha de produção; iii) controle centralizado e amigável, em tempo real; iv) gráficos em tempo real (SUNNYVALE, 2015).

Outra opção é o *software* proprietário da empresa Metari, que assim como o da empresa Sunnyvale, fornece toda a aparelhagem, desde o chão de fábrica até a exibição dos

¹ ERP: *Enterprise Resource Planning*.

dados. Porém, este *software* utiliza um servidor próprio para o armazenamento de dados (METARI, 2015).

Algumas funcionalidades disponíveis deste último *software* são: i) monitoramento de desempenho da máquina/produção em tempo real; ii) relatórios de falhas de turnos; iii) registros quantidades produzidas, aprovadas e reprovadas; iv) registro dos apontamentos de paradas (METARI, 2015).

Também existe o *software* proprietário Sistema de Controle de Produção PeF, da empresa Vince, que possui coletores de dados para o chão de fábrica, e ainda possui a integração para inserção de dados em outras soluções, tais como Sistemas de Gestão Empresarial (VINCE, 2015).

Suas principais características são: i) monitoramento em tempo real da produtividade industrial; ii) interface visual amigável; iii) funciona em ambiente *web* acessado por *browser*²; iv) diário de bordo (produzindo e parado); v) OEE³ por período, por máquina ou por grupo de máquinas (VINCE, 2015).

Dentre os *softwares* para monitoramento de produção que poderiam ser utilizados para resolver os problemas citados na seção 1, nenhum é disponibilizado com o código fonte aberto, de forma a possibilitar alterações futuras. Outra restrição reside no fato de que os *softwares* pesquisados não possuem recursos de modularização e interoperabilidade, como barramento de serviços, outro fator que os distingue do Dataproduction.

3 METODOLOGIA

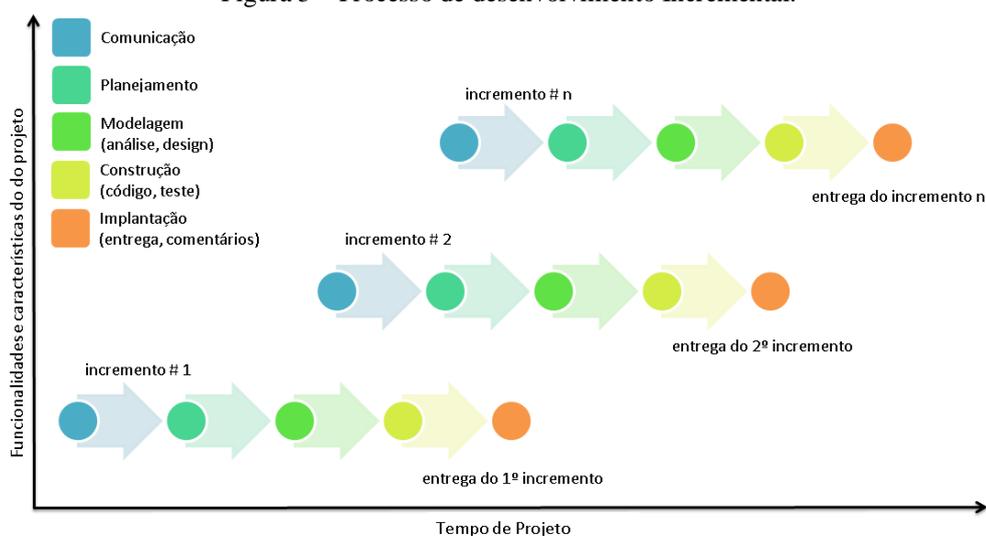
Segundo Pressman (2005), os processos de desenvolvimento de *software* são caracterizados conforme uma estrutura comum de processos, definindo um número de atividades que podem ser aplicáveis a qualquer projeto de *software*.

Para o desenvolvimento do *software* proposto, foi escolhido o processo de desenvolvimento “incremental” que, conforme a Figura 5, combina elementos do modelo em cascata aplicados de forma iterativa.

² *Browser*: Aplicativo para navegação na internet (Internet Explorer, Chrome, Firefox, Opera, entre outros).

³ OEE: *Overall Equipment Effectiveness*, ou ainda eficácia geral de equipamento.

Figura 5 – Processo de desenvolvimento Incremental.



Fonte: Adaptado de Pressman (2005, p. 49).

No modelo Incremental existem várias sequencias lineares de uma forma racional à medida que o tempo passa, ou seja, é obtido um produto operacional a cada incremento (PRESSMAN, 2005).

3.1 Comunicação

Pressman (2005) explica que o estudo do comportamento do sistema ajuda muito a comunicação, quando o objetivo é correções e modificações do *software*, entre a equipe de desenvolvedores e os demais envolvidos como, por exemplo, clientes e usuários.

Foi realizado um levantamento de quais são os elementos e características, requisitos funcionais, exibidos no Quadro 1 e não funcionais, exibidos no Quadro 2, e problemas existentes no ambiente de produção da empresa onde está sendo implementado o sistema.

Quadro 1 – Requisitos funcionais.

REQUISITOS FUNCIONAIS			
Nome	Restrição	Essencial	Desejável
RF01. Localização de acesso ao portal	O portal deve ser construído de tal maneira, que mesmo estando dentro, quanto fora da empresa em questão, poderá ser acessado.	(X)	()

RF02. O portal deve oferecer a exibição de ordens de produção.	O sistema deve permitir que o operador que esteja acessando o portal possa executar a busca fornecendo as informações obrigatórias e, caso haja resultado para a consulta, o portal deve disponibilizar todo um histórico da ordem de produção disponível, tais como ordem de produção, artigo, cliente, data, hora e metragem inicial, e demais processos com suas datas, horas e metragens produzidas no processo em questão. Caso não haja disponibilidade da ordem de produção, deve ser informado que a consulta não obteve nenhum registro. A obtenção dos dados de ordens de produção devem ser feitas através de uma interface de integração entre o portal e a base de dados da empresa em questão.	(X)	()
RF03. O portal deve oferecer disponibilidade para o uso mobile.	Todo o sistema deve ter a compatibilidade para com celulares e tablets.	(X)	()
RF04. O portal deve oferecer gráficos de monitoramento produtivo.	O sistema deve oferecer gráficos e outras tabelas para uma melhor visualização e análise dos processos produtivos envolvidos com ordens de produção.	()	(X)
RF05. O portal deve oferecer a possibilidade de geração de relatórios para exportação do monitoramento de produção.	O sistema deve permitir a exportação dos dados desejados, para cópia, exportação em XLS (documento da ferramenta Microsoft Excel), PDF (documento da ferramenta Adobe Reader), e para impressão.	()	(X)
RF06. O portal deve oferecer área de segurança.	O sistema deve possuir uma tela de login e logout, a possibilidade de visualização de quem está logado no momento, e também possibilitar o cadastro de usuários e a edição de senhas.	(X)	()
RF07. O portal deve oferecer integração com diversas empresas.	O sistema deve possuir integração com SGBDs ⁴ de vários tipos tais como CUBRID ⁵ , MS SQL Server ⁶ , Firebird ⁷ , IBM DB2 ⁸ , IBM Informix ⁹ , MySQL ¹⁰ , Oracle ¹¹ , PostgreSQL ¹² , SQLite ¹³ 3 and SQLite 2, e 4D ¹⁴ , para que possa se interagir com diversas empresas.	(X)	()

⁴ SGBD: Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados.

⁵ CUBRID: SGBD de licença livre, desenvolvido pela Search Solution Co. Ltd.

⁶ MS SQL Server: SGBD proprietário, desenvolvido pela Microsoft.

⁷ Firebird: SGBD de código aberto coordenado e mantido pela Fundação FirebirdSQL.

⁸ IBM DB2: SGBD produzido pela IBM.

⁹ IBM Informix: SGBD criado pela Informix e adquirido em 2001 pela IBM.

¹⁰ MySQL: SGBD mais utilizado no mundo, atua sobre as licenças tanto livres quando comerciais.

¹¹ Oracle: SGBD administrado pela Oracle Corporation.

¹² PostgreSQL: SGBD de código aberto mantido pela PostgreSQL Global Development Group.

¹³ SQLite: Biblioteca na linguagem C, que podem ter acesso a banco de dados sem executar um processo SGBD separado.

¹⁴ 4D: SGBD Relacional, com linguagem de programação de quarta geração.

RF08. Ordenação e exibição dos dados.	A ordenação de exibição dos dados no sistema será feito através da ordem de produção, do menor número para o maior, sendo exibidos 10 resultados por tela como padrão, e tendo a possibilidade de um aumento de até 100 resultados por tela.	(X)	()
RF09. Filtragem dos dados desejados	O sistema deve possuir apenas um campo de multifiltragem, que possa ser utilizado para exibir apenas os dados desejados, que para utiliza-lo coloca-se espaço entre as palavras que se deseja filtrar.	()	(X)
RF10. Tecnologias empregadas para o funcionamento e desenvolvimento.	Tentar utilizar apenas tecnologias livres, tanto para o funcionamento quanto para o desenvolvimento do <i>software</i> em questão.	()	(X)

Quadro 2 – Requisitos não funcionais.

REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS			
Nome	Restrição	Essencial	Desejável
RNF01. Tempo de resposta.	O usuário não deve esperar mais de 5 segundos em média para o carregamento de dados em tela.	(X)	()
RNF02. Interface intuitiva.	Oferecer ao usuário a possibilidade de usufruir de suas disponibilidades principais de maneira rápida e fácil.	(X)	()
RNF03. Segurança de acesso.	Apenas usuários cadastrados terão acesso ao sistema.	()	(X)

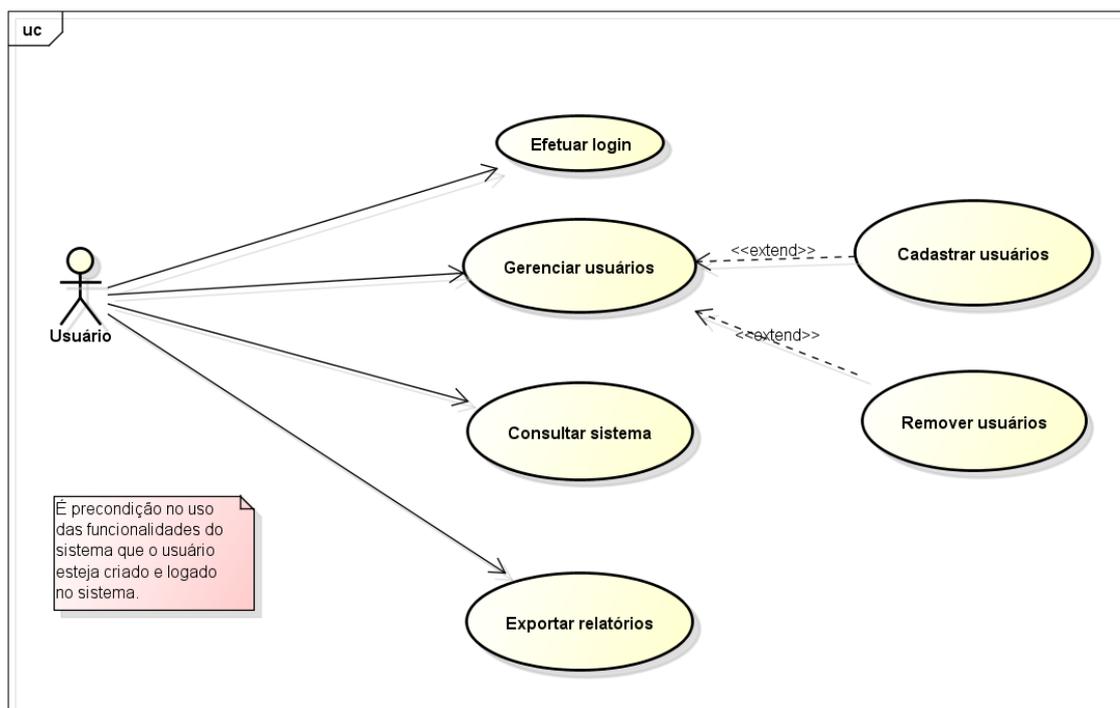
3.2 Modelagem

Segundo Pressman (2005), a satisfação do usuário é o que mais importa em um produto ou sistema para computadores, pois se a equipe de *software* perceber o que os usuários finais querem na verdade, ela estará muito mais capacitada, reunindo requisitos e construindo modelos de análise e projetos mais proveitosos.

3.2.1 Análise

Nesta fase, foram desenvolvidos diagramas que demonstram a estrutura da aplicação. A Figura 6 representa o diagrama UML¹⁵ de caso de uso, cuja análise serviu como base para a modelagem de *software*.

Figura 6 – Diagrama UML de Caso de Uso.



powered by astah

Ainda na Figura 6, percebe-se que, apesar do principal ator ser o usuário, não importa o tipo de usuário, pois não existe diferenciamento do usuário padrão para o administrador, pois todos executam as mesmas tarefas. Portanto, foi escolhido um diagrama de caso de uso de nível superior.

Neste caso de uso, enxergamos as opções que o ator Usuário possui. Primeiramente, o usuário deve logar no sistema e, apenas após, poderá cadastrar e remover usuários. Interagindo com o sistema, o usuário poderá consultar os dados para a análise e também exportar, para uma visualização posterior.

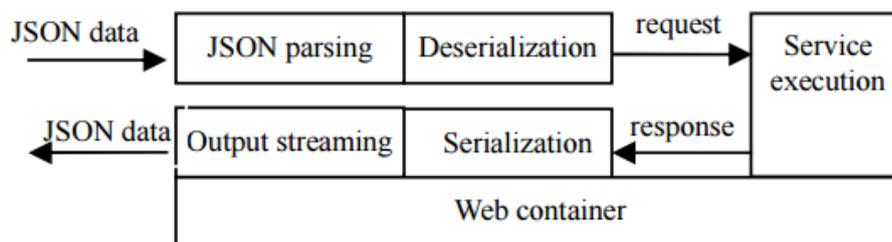
¹⁵ UML: *Unified Modeling Language* ou Linguagem de Modelagem Unificada.

3.2.3 Web Service baseado em JSON

Durante a fase de modelagem do projeto foram estudadas tecnologias que pudessem ser utilizadas para prover interoperabilidade entre os módulos do sistema, e então foi optado pelo uso de *Web Services* baseados em JSON¹⁶ como padrão para este projeto.

Peng *et al.* (2011), explica que atualmente, a troca de dados em aplicações de serviços *web* entre cliente e servidor são feitas através de requisições HTTP¹⁷. Na Figura 7 é demonstrado que todo o processo para invocar um serviço *web* de solicitação-resposta com base em JSON consiste em cinco etapas: i) analisar dados JSON, significando que o servidor irá analisar os dados tão logo que recebe os dados da solicitação dos clientes; ii) os dados JSON são analisados e desserializados na aplicação de dados; iii) o serviço é invocado, o servidor invoca o *Web Service* específico e obtém os resultados. O tempo é relevante para a complexidade computacional do serviço *web*; iv) serialização dos resultados retornados para dados JSON; V) passo final que escreve os dados numa saída JSON com fluxo de HTTP, e em seguida, os envia para o lado do cliente.

Figura 7 – Passos para invocar um *Web Service* baseado em JSON.



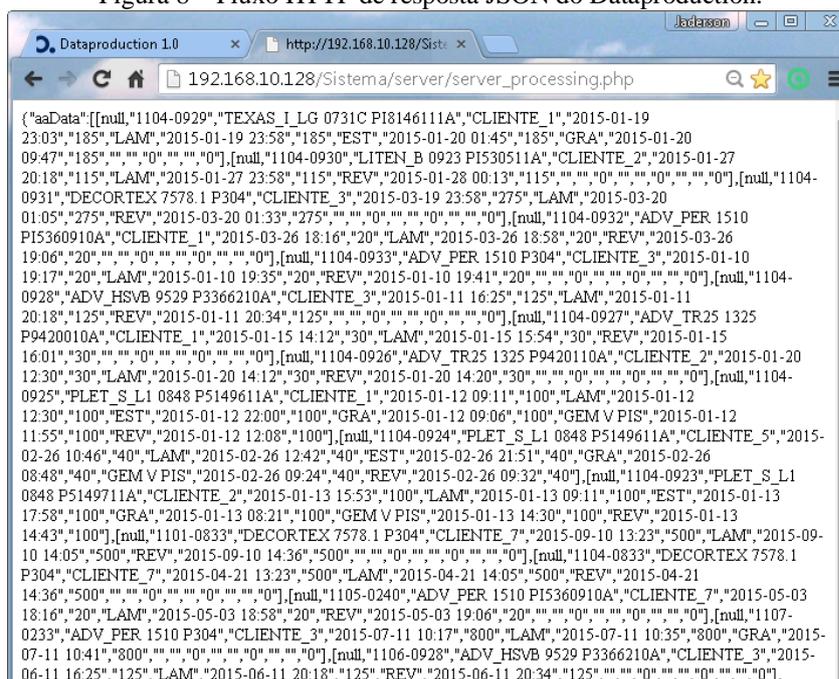
Fonte: Peng (2011, p. 3).

O sistema JSON do Dataproducton funciona utilizando uma arquitetura padrão conforme exibido na Figura 8, que mostra uma mensagem enviada pelo *Web Service* do *Backend*, funcionando da seguinte maneira: i) o usuário faz uma requisição através do *Frontend* para a aplicação ii) que a recebe e processa pelo *Backend* iii) o *Backend* por sua vez devolve a requisição processada iv) o *Frontend* exibe as informações que o usuário desejou, seguindo um fluxo HTTP.

¹⁶ JSON: *JavaScript Object Notation*.

¹⁷ HTTP: *Hypertext Transfer Protocol*, ou ainda, Protocolo de Transferência de Hipertexto.

Figura 8 – Fluxo HTTP de resposta JSON do Dataproducton.



Para não gerar um grande fluxo de troca de mensagens, foi estipulado um tempo de *refresh* de cada consulta, onde assim que atingir o tempo o ciclo se faz todo automaticamente, sem precisar de alguma iteração do usuário. Foi estipulada a utilização da *cache*, sendo assim, mesmo que o usuário tente executar uma atualização ele sempre irá buscar os últimos dados da memória, possibilitando assim uma possível otimização no desempenho do sistema.

3.2.3 Projeto

Os problemas existentes atualmente na empresa, devido à falta de rastreamento de produção, poderão ser resolvidos com o sistema que foi desenvolvido. Este sistema possui dois módulos: *backend*, onde serão feitos todos os tratamentos dos dados; e o *frontend*, onde apenas acontecerá a exibição dos dados já tratados para o usuário.

O *backend* é um conjunto de *Web Services* que fornece um barramento de serviços, que usará PDO¹⁸ e o padrão SQL¹⁹ ANSI²⁰ para realizar a comunicação ao banco de dados da organização. O *backend* irá fornecer uma interface com os dados necessários para o funcionamento do *frontend*.

¹⁸ PDO: *PHP Data Objects*.

¹⁹ SQL: *Structured Query Language*, ou ainda *Linguagem de Consulta Estruturada*.

²⁰ ANSI: *American National Standards Institute*.

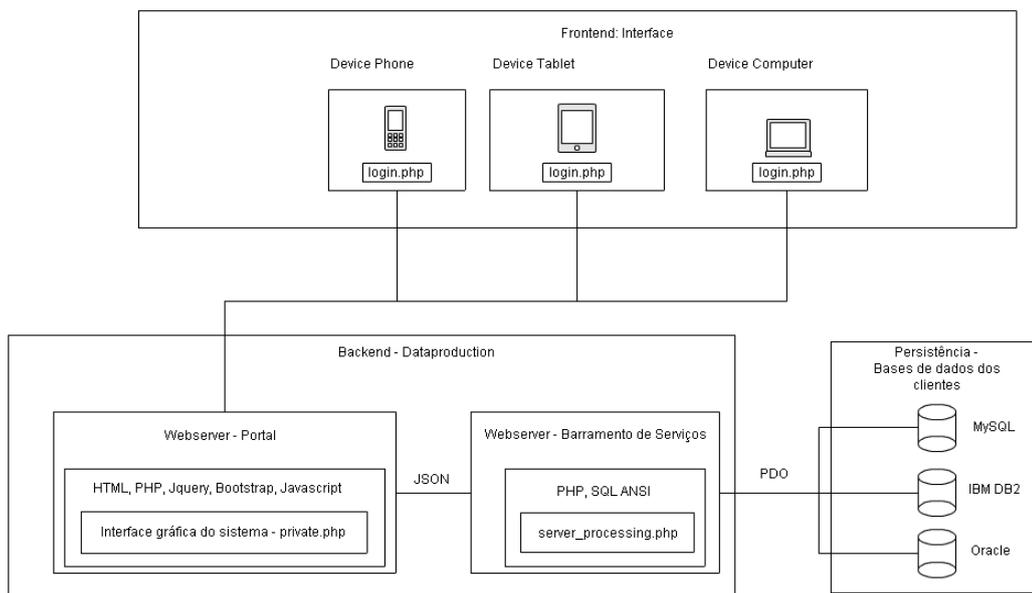
O *frontend* é um sistema genérico, que poderá funcionar em qualquer organização, e que se conectará a *Web Services* que forneçam dados de ordens de produção seguindo o padrão da tabela de especificação do *Web Service* exibido no Quadro 3, que é feita via requisição GET no formato JSON.

Quadro 3 – Especificação do *Web Service*.

Atributo	Tipos dos dados	Descrição
OF	numérico	Código da ordem de produção
artigo	alfanumérico	Material produzido
cliente	alfanumérico	Cliente
início	data	Data de início da ordem de produção
met_inicial	numérico	Metragem a ser produzida
n_processo	alfanumérico	Descrição do processo
term_n_processo	data	Data de término do processo
met_n_processo	numérico	Metragem do processo

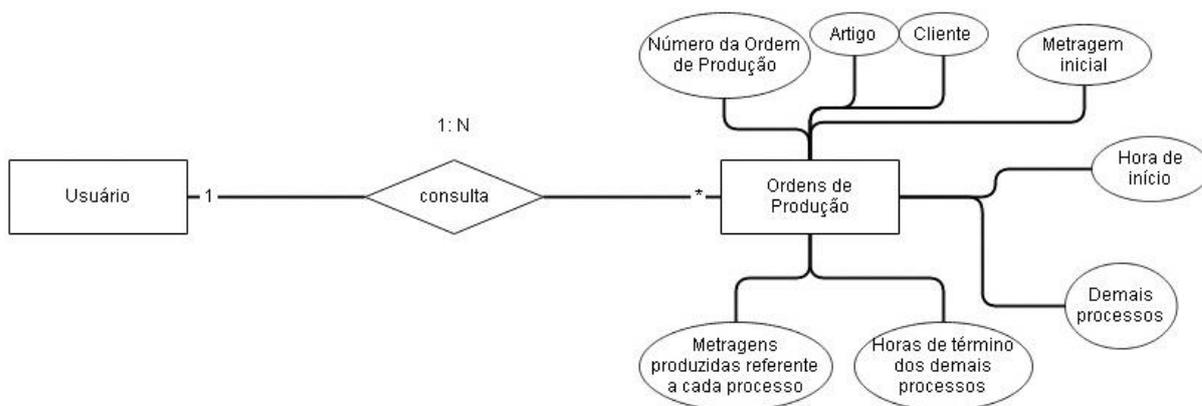
Devido à grande possibilidade do sistema interagir com outros ERP's, outras empresas também poderão ser beneficiadas, bastando utilizar a interoperabilidade fornecida pelos *Web Services* especificados no módulo *backend*. A Figura 9 apresenta a arquitetura do sistema proposto.

Figura 9 – Arquitetura do Sistema proposto.



No diagrama ER²¹ (Figura 10) do sistema, foram modeladas as estruturas dos dados que serão coletados e exibidos para as consultas feitas pelos usuários, com base em uma informação central, que será a ordem de produção. Como por exemplo, em uma produção informatizada, sendo ela por etiquetas RFID²², códigos de barras ou ainda inserção de dados por método manual. O que o *software* necessita é de que a inserção dos dados sejam confiáveis e rápidas, pois é com base nesta inserção que serão cadastrados e por fim exibidos para o controle no Dataproductio. Este artigo parte do pressuposto que os dados serão inseridos corretamente e a tempo, e leva em conta apenas após os dados já estarem no banco de dados do cliente.

Figura 10 – Diagrama ER do sistema Dataproductio.



3.3 Construção

A codificação está sendo desenvolvida nas linguagens PHP²³, HTML5 e JavaScript²⁴ com as ferramentas ConTEXT²⁵ e PHPDesigner²⁶ versão 7 e para a exibição dos dados em navegador, será utilizada a biblioteca jQuery²⁷, Bootstrap²⁸ e CSS²⁹.

A manutenção do banco de dados de testes, o MySQL, está sendo feito com o *software* MySQL Workbench³⁰ 6.0 CE, e ainda sendo feita através de uma biblioteca de abstração SQL ANSI.

²¹ ER: Entidade Relacionamento.

²² RFID: *Radio Frequency Identification*, ou ainda identificação por radiofrequência.

²³ PHP: Significa *Hypertext Preprocessor*, e é uma linguagem livre para desenvolvimento de aplicações.

²⁴ JavaScript: Linguagem de scripts para páginas *web*.

²⁵ ConTEXT: Editor de texto para desenvolvedores.

²⁶ PHPDesigner: Editor para o código PHP.

²⁷ jQuery: Biblioteca JavaScript criada para simplificar a integração com o HTML.

²⁸ Bootstrap: É um *framework* que integra HTML, CSS e JavaScript.

²⁹ CSS: *Cascading Style Sheets*, serve para definir *layouts* em sites *web*.

³⁰ MySQL Workbench: Ferramenta de *designer* visual para utilização em banco de dados.

Uma principal ferramenta utilizada foi o DataTables, que é um *plugin*³¹ para a biblioteca jQuery JavaScript, criado pela empresa SpryMedia no ano de 2007, que adiciona controles avançados de interação para qualquer tabela HTML. DataTables é um *software* livre de código aberto, disponível sob a licença MIT³², ou seja, é tanto livre para *download* quando de uso (SPRYMEDIA, 2015).

Outra ferramenta amplamente utilizada foi uma biblioteca de gráficos em JavaScript, chamada de Highcharts, criada pela empresa Highsoft no ano de 2009, que tem um vasto número de opções de gráficos, como por exemplo: *lines*, *pie*, *gauges*. Highcharts tem a possibilidade de utilização em qualquer dispositivo, sendo ele computador, ou *mobile*, e ainda podem-se exportar os dados, tanto no formato de imagens quanto no formato de PDF (HIGHSOFT, 2015). No *software* Dataproducton, ele é utilizado para indicar alguns resultados extraídos da produção, como, meta diária de metragem de produção, indicador de metragens mensal, e anual por cliente.

No Dataproducton, a subdivisão do diretório raiz é feito da seguinte maneira, dividido em i) diretório raiz: que contém os arquivos PHP, e HTML da aplicação; ii) arquivos CSS: que contém as configurações de *design* e estilos das páginas; iii) arquivos JS³³: que contém as coleções de aplicações que fazem o funcionamento do sistema, como por exemplo, Bootstrap e JQuery; iv) arquivos de imagens; v) arquivos SWF³⁴: para exportação de relatórios dos dados desejados; vi) arquivos PHP para codificação JSON, que podem ou não estar localmente.

Para representar o funcionamento do sistema em um nível mais específico, como pode ser visto na Figura 11, o diagrama de *deployment*(implantação) do sistema Dataproducton. Segundo Booch *et al.* (2005), um diagrama de *deployment* representa a implantação de artefatos de tempo de execução em nós.

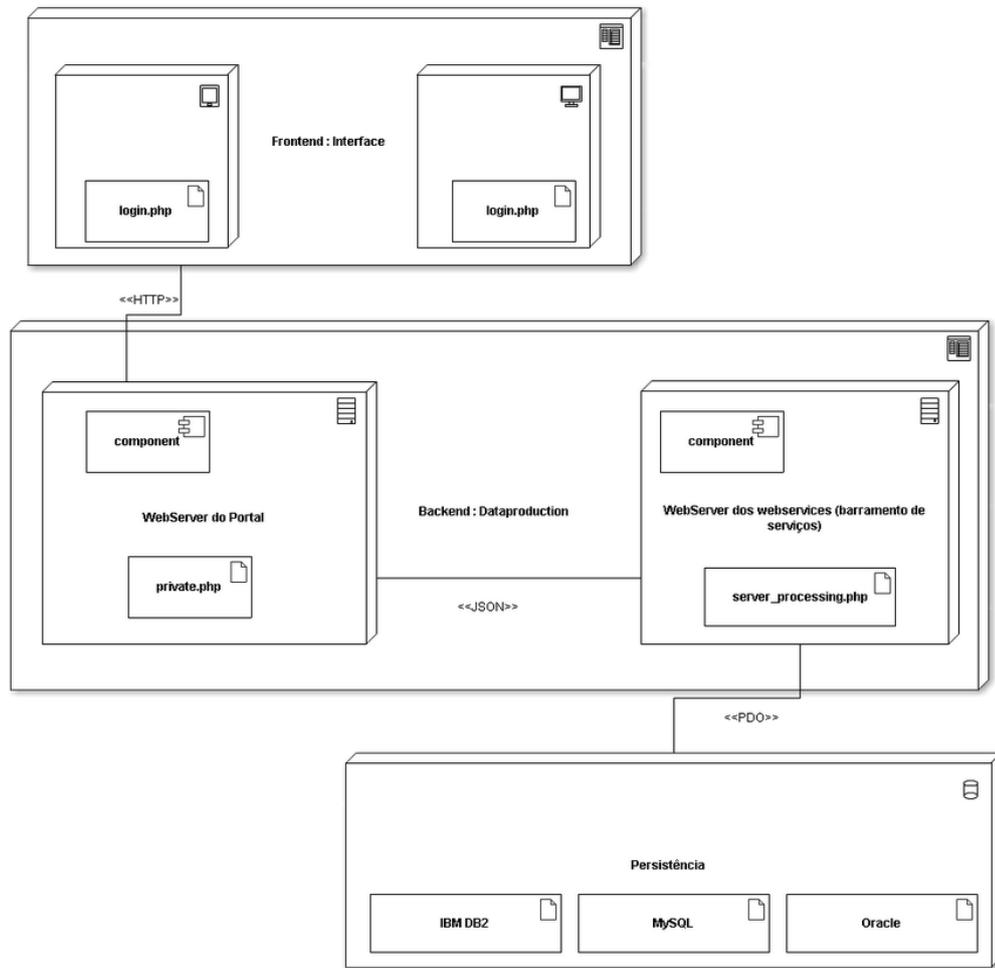
³¹ Plugin: Módulo de extensão de algum *software*.

³² MIT: *Massachusetts Institute of Technology*, ou ainda uma licença de *software* livre.

³³ JS: JavaScript.

³⁴ SWF: Shockwave Flash.

Figura 11 – Diagrama de Deployment.



Booch *et al.* (2005) ainda completa que um artefato é uma unidade de implementação física, como um arquivo. Um nodo é um recurso de tempo de execução, tal como um computador ou um dispositivo. Um artefato pode ser uma manifestação (implementação) de um ou mais componentes, permitindo que as consequências da distribuição e alocação de recursos possam ser avaliadas.

3.4 Teste e Implantação

Já com o *software* em desenvolvimento, foram realizados testes de sistema, tanto em máquinas virtuais em um laboratório de pesquisas, quanto com dados reais, na própria estrutura da empresa, em trabalho atualmente tendo a possibilidade de utilização do banco de dados original.

Junto com o seu desenvolvimento, o Dataproducton está hospedado nos servidores da empresa em questão, sofrendo atualizações semanais e sendo utilizado atualmente no âmbito gerencial, já ajudando a resolver alguns problemas citados neste mesmo trabalho.

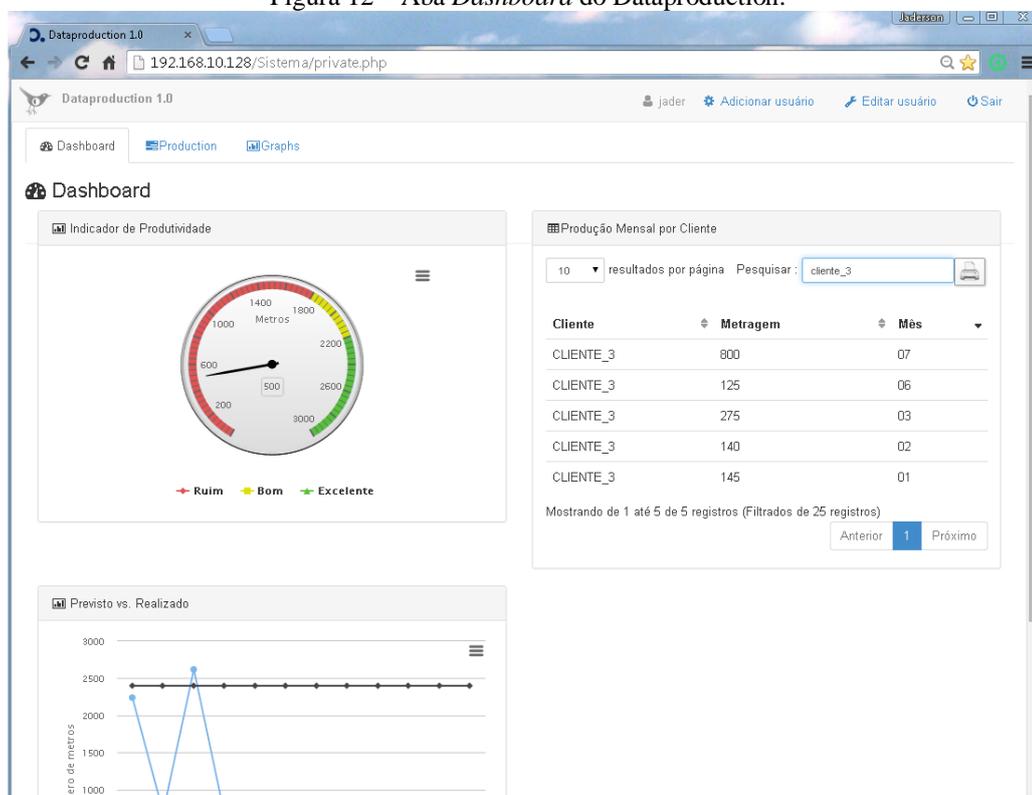
A hospedagem do *software* se encontra em uma máquina virtual, utilizando o VMware³⁵ Player free versão 6.0.1 build-1379776, e nele instalado o CentOS³⁶ versão 6.5, para testes em laboratório, e em produção está sendo utilizado o VMware ESXI 5.5 com licença comercial, utilizando o CentOS 6.7.

4 RESULTADOS

O trabalho de pesquisa e desenvolvimento resultou em um *software web* para rastreamento de ordens de produção, o Dataproducton, que também fornece o monitoramento dos processos de produção.

A Figura 12 exibe o fluxo de funcionamento simples da aplicação vista a nível do usuário, ou seja, exibe uma *dashboard* intuitiva, que não necessita de muito conhecimento ou atenção para visualizar o que indica.

Figura 12 – Aba *Dashboard* do Dataproducton.



³⁵ VMware: Desenvolvedor de *softwares* voltados a virtualização.

³⁶ CentOS: *Community Enterprise Operating System*, é uma distribuição Linux derivada de código fonte aberto.

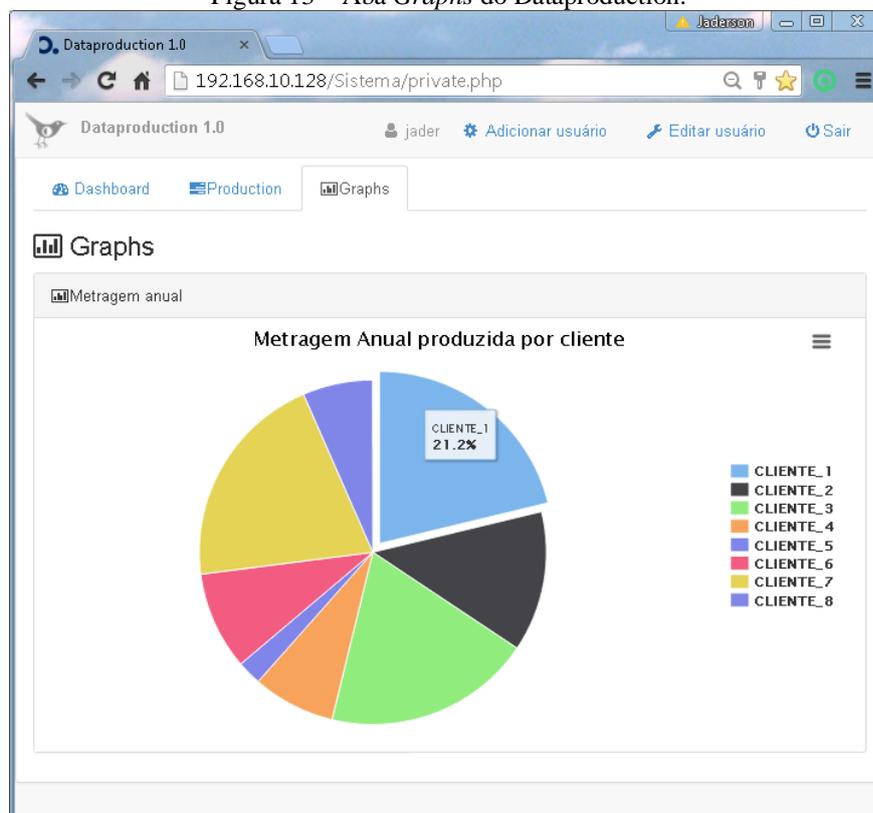
No sistema, após o *logon* de usuário, é possível visualizar o usuário que está logado atualmente, assim como adicionar usuários, editar a própria conta logada e sair.

A base de dados que está sendo utilizada para o controle de usuários se encontra localmente, ou seja, não sendo de objetivo principal para o programa, não se viu na necessidade da utilização de troca de mensagens para o controle de tal.

No *Dashboard* é possível visualizar dois gráficos, *gauge* e *line*, que indicam controles de produção indicando metas, um indicador de produtividade é uma comparação do que foi planejado contra o que foi realizado em tempo real, e outro indicador em modo de quadro que exhibe um pequeno controle de produção por cliente. Ambos exportáveis nos formatos de JPEG³⁷, PNG³⁸ e PDF.

Na aba *Graphs*, pode ser encontrado um gráfico em *pie*, também exportável, mostrando a porcentagem da metragem anual produzida por cliente, conforme pode ser visualizado na Figura 13.

Figura 13 – Aba *Graphs* do Dataproductio.



³⁷ JPEG: *Joint Photographics Experts Group*, é um formato que indica um tipo de imagem.

³⁸ PNG: *Portable Network Graphics*, é um formato de dados utilizados para imagens.

A Figura 14 exibe o funcionamento do monitoramento da produção, com vários atributos relevantes para um controle eficaz, entre os quais estão a ordem de produção, o artigo que está sendo produzido, o cliente para quem será vendido aquele produto, o início do processo, ou seja, o primeiro apontamento que foi registrado, e a metragem inicial que foi encomendada pelo cliente.

Figura 14 – Tela de monitoramento do Dataproducton.

The screenshot displays the 'Production' monitoring page in a web browser. At the top, there are navigation tabs for 'Dashboard', 'Production', and 'Graphs'. The main content area shows a list of production orders. A legend indicates that green squares represent 'Ordens de Produção Finalizadas' and red squares represent 'Ordens de Produção em Andamento'. The current page shows 10 results per page, with a search bar and a total of 1985 metros. The table below lists several orders, with one order (1107-0233) expanded to show a detailed process view.

Ordem de Produção	Artigo	Cliente	Início	Metragem inicial																														
1107-1089	ADV_PER 1510 P304	CLIENTE_5	2015-03-20 19:17	20																														
1107-0233	ADV_PER 1510 P304	CLIENTE_3	2015-07-11 10:17	800																														
<table border="1"> <tr> <td>Primeiro Processo:</td> <td>LAM</td> <td>Horário de Término:</td> <td>2015-07-11 10:35</td> <td>Metragem Produzida:</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>Segundo Processo:</td> <td>GRA</td> <td>Horário de Término:</td> <td>2015-07-11 10:41</td> <td>Metragem Produzida:</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>Terceiro Processo:</td> <td></td> <td>Horário de Término:</td> <td></td> <td>Metragem Produzida:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Quarto Processo:</td> <td></td> <td>Horário de Término:</td> <td></td> <td>Metragem Produzida:</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Quinto Processo:</td> <td></td> <td>Horário de Término:</td> <td></td> <td>Metragem Produzida:</td> <td>0</td> </tr> </table>					Primeiro Processo:	LAM	Horário de Término:	2015-07-11 10:35	Metragem Produzida:	800	Segundo Processo:	GRA	Horário de Término:	2015-07-11 10:41	Metragem Produzida:	800	Terceiro Processo:		Horário de Término:		Metragem Produzida:	0	Quarto Processo:		Horário de Término:		Metragem Produzida:	0	Quinto Processo:		Horário de Término:		Metragem Produzida:	0
Primeiro Processo:	LAM	Horário de Término:	2015-07-11 10:35	Metragem Produzida:	800																													
Segundo Processo:	GRA	Horário de Término:	2015-07-11 10:41	Metragem Produzida:	800																													
Terceiro Processo:		Horário de Término:		Metragem Produzida:	0																													
Quarto Processo:		Horário de Término:		Metragem Produzida:	0																													
Quinto Processo:		Horário de Término:		Metragem Produzida:	0																													
1106-0956	ADV_TR 1331C P6419410A	CLIENTE_1	2015-03-18 11:23	500																														
1106-0928	ADV_HS/B 9529 P3366210A	CLIENTE_3	2015-06-11 16:25	125																														
1105-0930	ADV_TR 1322B P422810A	CLIENTE_1	2015-03-01 07:40	90																														
1105-0240	ADV_PER 1510 P15360910A	CLIENTE_7	2015-05-03 18:16	20																														
1104-0933	ADV_PER 1510 P304	CLIENTE_3	2015-01-10 19:17	20																														

Abrindo os detalhes de cada ordem de produção, têm-se, os processos que já foram percorridos, os horários e a quantidade que foi produzida, com visualização simples e intuitiva, porém que poderá sanar muitos dos problemas já citados neste artigo. Através da Metragem Produzida podemos saber, por exemplo, a quantidade de perda de metragem que o produto não acabado teve ao logo do seu processo, assim já se pode planejar em abrir uma ordem de produção de adição.

Como no caso em que o cliente encomendou 500 metros do material, e no final da linha de produção ele teve uma perda de 20 metros, ocasionando em uma nova ordem de produção de correção destes mesmos 20 metros. Pode-se também visualizar a ordem

finalizada, eliminando assim, como por exemplo, o problema de perda do material pelos arredores do setor produtivo da empresa.

5 CONCLUSÃO

A busca da informação quando levada em consideração, é muito valiosa para proteger os negócios da organização, tanto provendo uma regularidade para manter os seus clientes, quanto competitividade para obter novos.

O Dataproductio é um *software web*, que tem como objetivo resolver problemas descritos neste artigo, podendo ser integrado a qualquer banco de dados homologado pela biblioteca PHP PDO, possuindo assim interoperabilidade e fornecendo um barramento de serviços que possibilita o uso independente tanto do frontend quanto do *backend*, facilitando assim a adoção do Dataproductio em empresas que já possuem ERP's estabelecidos.

A aplicação já está sendo utilizada e homologada em âmbito de produção. Logo, está em modificação constante, facilitando a constatação do que é relevante ou não, sendo esse um dos pontos que está bem visível, devido à fácil utilização e à pouca complexidade, tornando rápida a adaptação do usuário.

Pretende-se para trabalhos futuros, integrar no Dataproductio um sistema de Intranet, para possibilitar a centralização de alguns dos demais setores das empresas.

Pretende-se, ainda, expandir o uso do Dataproductio além da área produtiva, de modo a fornecer relatórios, monitoramentos e rastreamentos de serviços críticos dos demais setores da empresa, e que atualmente não são acompanhados, facilitando assim, a apresentação dos resultados para a alta direção.

REFERÊNCIAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR ISO 9000: **Sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro, 2000.

ARAÚJO, M. A. **Administração de produção e operações: uma abordagem prática**. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.

BOOCH, G. RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. **UML: The Unified Modeling Language Reference Manual**. 2. ed. Boston: Pearson Education, 2005.

FARINES, J. FRAGA, J. S.; OLIVEIRA, R. S. **Sistemas de Tempo Real**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

FORTULAN, M. R. **O uso de Business Intelligence para gerar indicadores de desempenho no chão de fábrica: uma proposta de aplicação em uma empresa de manufatura**. Tese (Tese de Doutorado) - USP, São Carlos, 2006.

HIGHSOFT. **Highcharts**. 2015. Disponível em: <<http://www.highcharts.com.br>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

JURAN, J. M.; GRZYNA JUNIOR, F. M. **Quality planning and analysis: From Product Development through Use**, Second Edition. New York: McGraw-Hill, 1980.

METARI. **Sistema de Monitoramento de Processo**. 2015. Disponível em: <<http://www.metari.com.br>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala / Taiichi Ohno; tradução. Cristina Schumacher**. Porto Alegre: Editora. Bookman, 1997.

PAIVA, E.; CARVALHO, L.; FENSTERSEIFER, J. **Estratégia de produção e de operações**. Porto Alegre: Editora. Bookman, 2004.

PENG, D.; CAO, L.; XU, W. **Using JSON for Data Exchanging in Web Service Applications**. Vol.7; Num.16. Hong Kong: Journal of Computational Information Systems, 2011.

PRESSMAN, R. S. **Software engineering: a practitioner's approach**. 6th ed. New York: McGraw-Hill, 2005.

ROBBINS, S. P. **Comportamento Organizacional**. Rio de Janeiro: Editora. Pearson Prentice Hall, 2005.

SEVEGNANI, G; MARTINS, A. A; BERKENBROCK, T; RENÓ, G. W. S; FISHER, D. A. **Sistema de monitoramento de paradas de máquina em uma linha de usinagem – um estudo de caso**. São Carlos: ENEGEP – XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010.

SHAW, A. C. **Sistemas e Software de tempo real**. São Paulo: Editora. Bookman, 2003.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora. ATLAS, 2002.

SPRYMEDIA UI DEVELOPMENT. **DataTables**. 2015. Disponível em: <<http://datatables.net>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

SUNNYVALE. **Software Smart Monitor**. 2015. Disponível em: <<http://www.sunnyvale.com.br>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

TURBAN, E; ARONSON, J. E. **Decision Support and Business Intelligence Systems**. 6th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

VINCE. **Sistema de Controle de Produção PeF**. 2015. Disponível em: <<http://www.vince.com.br>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

ZILBOVICIUS, M. **Modelos para a produção, produção de modelos**. São Paulo: Annablume, 1999.

.