

## **DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE DE SIMULAÇÃO COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO PARA PEQUENAS EMPRESAS**

### *DEVELOPMENT OF SIMULATION SOFTWARE AS A PLANNING AND PRODUCTION CONTROL TOOL FOR SMALL BUSINESS*

**James W. Z. Campos<sup>1</sup>, Marcelo C. Bogas<sup>2</sup>, Jefferson A. R. Passerini<sup>3</sup>,  
Edy C. S. Lima<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Faculdade de Tecnologia Professor José Camargo – Fatec Jales, james.campos@fatec.sp.gov.br

<sup>2</sup>Faculdade de Tecnologia Professor José Camargo – Fatec Jales, marcelo.bogas@fatec.sp.gov.br

<sup>3</sup>Faculdade de Tecnologia Professor José Camargo – Fatec Jales, jefferson.passerini@fatec.sp.gov.br

<sup>4</sup>Faculdade de Tecnologia Professor José Camargo – Fatec Jales, edy.lima@fatec.sp.gov.br

### **RESUMO**

A utilização de ferramentas de simulação computacional nos processos de produção vem auxiliando as empresas nas tomadas de decisões frente às suas atividades operacionais. Este trabalho tem por objetivo descrever o desenvolvimento de um software de simulação como ferramenta de planejamento e controle de produção de pequenas empresas no município de Jales – (SP) Para o desenvolvimento do software, utilizou-se metodologia aplicada, baseada em engenharia de software orientada a objeto para o desenvolver uma aplicação web e aplicação de uma pesquisa com gestores de empresas para validação. O software consiste em telas administrativas para cadastros como: pedidos de compra, produção e operacionais para o processo de simulação. Os dados são automaticamente carregados quando o usuário escolhe o produto a ser simulado, que terão como resultados da simulação a capacidade de produção e a necessidade de ressurgimento de matéria-prima. Os resultados sugerem que o sistema é promissor em contribuir com o pequeno empresário na gestão dos processos produtivos, reduzindo custos com o armazenamento, evitando desperdícios ou compras de quantidades menores que as necessárias para a produção.

### **ABSTRACT**

*The use of computer simulation tools in production processes has been helping companies to make decisions regarding their operational activities. This work aims to describe the development of simulation software as a tool for planning and controlling the production of small companies in the municipality of Jales - SP. For the software development, the applied methodology was used, based on object-oriented software engineering for the development of a web application and the application of a survey with company managers to validate the developed software. The software consists of administrative screens for entries such as: purchase and production orders and operational for the simulation process. The data is automatically loaded when the user chooses the product to be simulated, which will result in the simulation, the production capacity and the need to replenish raw material. The results suggest that the software is promising to contribute with the small entrepreneur in the management of the productive processes, reducing costs with the storage, avoiding waste or purchases of smaller quantities than those necessary for the production.*

**Keywords:** PCP. Planning. Production Control. Web Development.

## **1 INTRODUÇÃO**

No ambiente dinâmico e concorrido em que as empresas estão inseridas hoje em dia, exige-se cada vez mais eficiência nas definições de estratégias de negócio e melhorias na

qualidade dos produtos e dos processos, para que elas se mantenham competitivas e garantam a satisfação de seus clientes. Diante desse cenário, as PME's (Pequenas e Médias Empresas) se deparam com a necessidade de buscar métodos e técnicas que as orientem para a resolução de problemas, que incluem novas formas de otimizar os processos produtivos, sendo a simulação computacional uma alternativa efetiva, que auxilia na tomada de decisões.

Verifica-se que a simulação vem sendo gradativamente disseminada e utilizada na gestão empresarial, em virtude de ser uma alternativa de modelagem e teste do cenário futuro desejado, sem a necessidade de investimentos de pessoal, financeiro e de tempo (ABREU; BARBIRATO; MORTE, 2016).

A motivação para esse estudo surgiu da percepção de que, apesar de existirem no mercado inúmeras opções de ferramentas que auxiliam o Planejamento e Controle da Produção (PCP), muitas organizações, sejam elas de grande ou pequeno porte, ainda utilizam soluções bastante intuitivas para a tomada de decisões no chão de fábrica. E, apesar do leque de soluções existentes no mercado, muitas ainda se encontram estagnadas no que tange ao uso de ferramentas que apoiam o PCP (LOPES et al., 2013).

Observa-se que as empresas realizam grandes investimentos em softwares corporativos, como nos chamados *Enterprise Resources Planning* (ERP), mas esses sistemas ainda são distantes da realidade do chão de fábrica, em especial para as PME's, cujo custo/benefício para a implementação desse tipo de sistema é alto e cheio de módulos subutilizados.

Com o presente trabalho objetiva-se desenvolver um software de simulação como ferramenta de Planejamento e Controle de Produção (PCP) para empresas de pequeno porte, no município de Jales (SP), contribuindo com uma solução viável e de baixo custo na gestão dos processos produtivos e simulação da produção, mostrando-se um instrumento de apoio aos gestores nas tomadas de decisões diárias para melhorar a performance e a produtividade industrial.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A ferramenta de simulação computacional, segundo Abreu, Barbirato e Morte (2016), é a imitação de um sistema real modelado em computador, cujos resultados simulados dão a possibilidade de avaliação e implementação de melhorias na performance dos processos produtivos. De um modo geral, a simulação é a importação da realidade para um ambiente controlado onde se pode estudar o comportamento do sistema, sob diversas condições sem os riscos físicos, os custos financeiros e o gasto de tempo envolvidos.

Um exemplo de resultado simulado seria a capacidade de produção, dados estes relevantes na tomada de decisões sobre a viabilidade dos processos produtivos, auxiliando na identificação de possíveis problemas ou erros no processo de produção e controle de materiais, baseados na demanda de consumo. A simulação pode ser utilizada na avaliação e implementação de novos projetos, bem como na reconfiguração física do layout, na análise de mudanças no controle ou regras de operações já implementadas (BIANCHINI; DARÚ; BERGER, 2018).

O Planejamento e Controle de Produção (PCP), juntamente com os avanços tecnológicos advindos da simulação computacional, está tornando a operação produtiva mais eficiente. Segundo Harrison et al. (2006), a administração da produção é, acima de tudo, um assunto prático que trata de problemas reais. A função do PCP é controlar as atividades produtivas, de acordo com a demanda de consumo e tendo em vista que toda operação de produção deve ter um plano e um controle, conforme se visualiza na Figura 1(a).

A Figura 1(b) demonstra que o PCP exige a conciliação do suprimento e da demanda em termos: volume, tempo e qualidade, que indicam a necessidade de quatro ações justapostas, sendo elas:

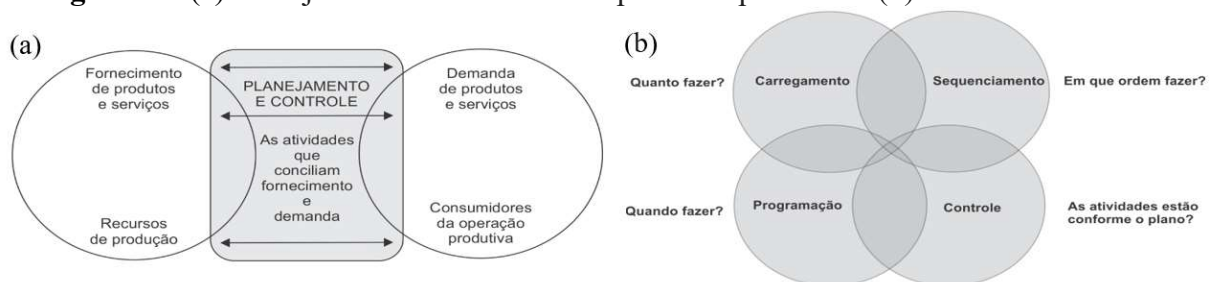
**Carregamento:** refere-se à quantidade de trabalho alocado para um centro de trabalho, levando-se em conta o tempo operacional útil que a máquina ou equipamento tem disponível para operar.

**Sequenciamento:** refere-se à definição de prioridades (a ordem) segundo as quais as atividades devem ocorrer num sistema de operações, no intuito de atingir um conjunto de objetivos de desempenho.

**Programação:** consiste em alocar, no tempo, as atividades, obedecendo ao sequenciamento definido e ao conjunto de restrições considerado.

**Controle:** consiste na atividade de coletar e analisar as informações retroalimentadas sobre o desempenho efetivo de um dado conjunto de funções ou processos, com o intuito de monitorar e, sistematicamente, disparar ações úteis no caso de discrepâncias significativas entre o desempenho efetivo e o desempenho planejado, continuamente alterando, quando adequado, parâmetros ou políticas usadas nessas funções ou processos.

**Figura 1 – (a) Planejamento e controle de capacidade produtiva. (b) Atividades do PCP**



Fonte: (a) HARRISON et al., 2006, p. 229; (b) SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002, p. 323.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), o PCP atua executando algumas atividades dentro da empresa, como previsões frente às mudanças de mercado, planejando recursos de médio e longo prazo, na divisão de recursos por categoria de produtos, na quantidade de cada produto a ser produzido, os materiais a serem comprados e utilizados, no controle dos fornecedores desses materiais, definindo quem vai produzir partes específicas de um determinado produto, que geralmente é produzido de forma sequencial, baseando-se na disponibilidade de materiais e recursos tanto de maquinários, quanto de pessoas.

Dentre as funções do PCP encontra-se o sistema de Planejamento Mestre de Recursos - MRP (*Master Resources Planning*), que permite que, a partir do Programa Mestre de Produção (MPS), possa ser montado um plano para a aquisição dos materiais necessários para a confecção de um determinado produto. Segundo Corrêa e Giancesi (2011), o MRP tem como objetivo gerar um plano detalhado de produção e compras. Ele visa definir, através de cálculos, a liberação de ordens de compras e emissão de relatórios quando não há estoque de materiais necessários para a produção.

O foco principal do MRP é o controle de estoques (MRP I), no entanto, ele também é uma ferramenta para o gerenciamento de outros recursos necessários para o processo produtivo (MRP II). O sistema trata informações de negócios, ajudando os gestores de produção nas tomadas de decisões e ajudando no desempenho da produção (LOPES et al., 2013).

Os sistemas de gestão empresarial conhecidos hoje por ERP (*Enterprise Resources Planning*), que significa Planejamento de Recursos da Corporação, são um avanço do MRP II. O ERP é entendido como um conjunto que reúne diversos módulos, que tratam as informações que servem de apoio às tomadas de decisão em diversos setores, não somente os ligados ao sistema produtivo, mas também são considerados os setores de recursos humanos, finanças, custos, entre outros, sendo todos integrados entre si, usando uma base de dados única (CORRÊA; GIANESI, 2011).

Nesse sentido, a utilização de simuladores de PCP destaca-se como uma opção para a realização de atividades desempenhadas atualmente por softwares de ERP, que geralmente possuem módulos excessivos e desnecessários, tendo um custo elevado na aquisição e implementação, tornando-se sistemas subutilizados e não apresentando resultados relevantes para o PCP (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2016). Os simuladores de PCP objetivam reduzir custos, principalmente para empresas de pequeno porte, possibilitando aos empresários saber onde e quando essa solução deve ser empregada.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada caracteriza-se como aplicada idealizando um software (simulador) para uso em empresas de pequeno porte para otimizar a gestão do estoque de matéria-prima e simular a produção e a aplicação de uma pesquisa quantitativa para determinar a aceitação por parte dos gestores. Sendo assim, foi feita a coleta de dados, diagnóstico do estado atual e levantadas informações de empresas de pequeno porte a respeito do seu processo produtivo por meio de observações.

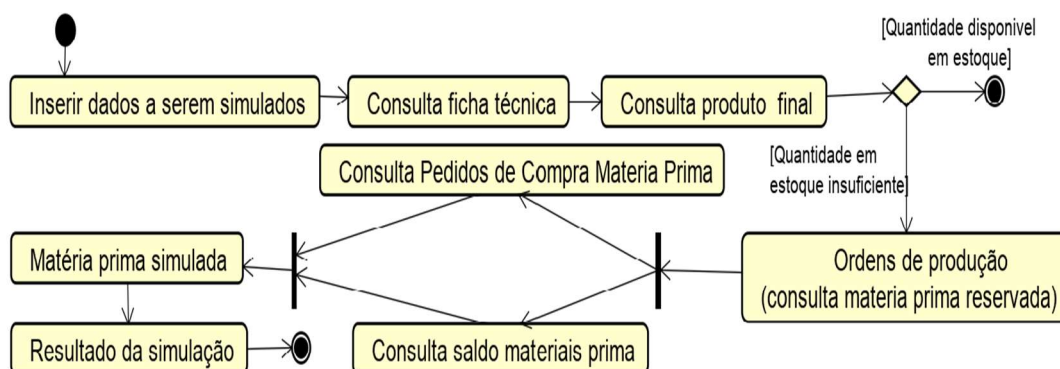
Após a análise dos dados e investigação das características, realizou-se o levantamento de requisitos para a modelagem e construção do software, utilizando os passos metodológicos da engenharia de software proposto por Pressman (2015).

Para a representação da análise de requisitos foi utilizada a Linguagem Unificada de Modelagem (UML - *Unified Modelling Language*), baseada no paradigma de orientação a objetos, e com o auxílio do software ASTAH UML, foram elaborados os diversos diagramas da UML e analisadas as funcionalidades do sistema, buscando as soluções que o software pode oferecer ao usuário.

Para a etapa de desenvolvimento do sistema, foram utilizados softwares de acesso livre (*open source*), o NetBeans IDE e o PgAdmin4. O sistema foi desenvolvido na linguagem de programação JAVA e PostgreSQL, que oferecem um ambiente de programação voltado a orientação a objetos. A interface Web foi desenvolvida com o Bootstrap, que utiliza HTML, CSS e JS para a construção das telas do sistema e hospedada em servidor Linux (Debian 8), plataforma TomCat.

No desenvolvimento do protótipo do software, foi preciso unir os conhecimentos sobre gestão de negócios, as ferramentas de simulação computacional nos processos de produção e lógica da programação, e para mapear as funcionalidades do sistema do simulador de PCP, elaborou-se um fluxograma que mostra os passos pelos quais o sistema percorre para chegar ao resultado da simulação, conforme apresentado na Figura 2.

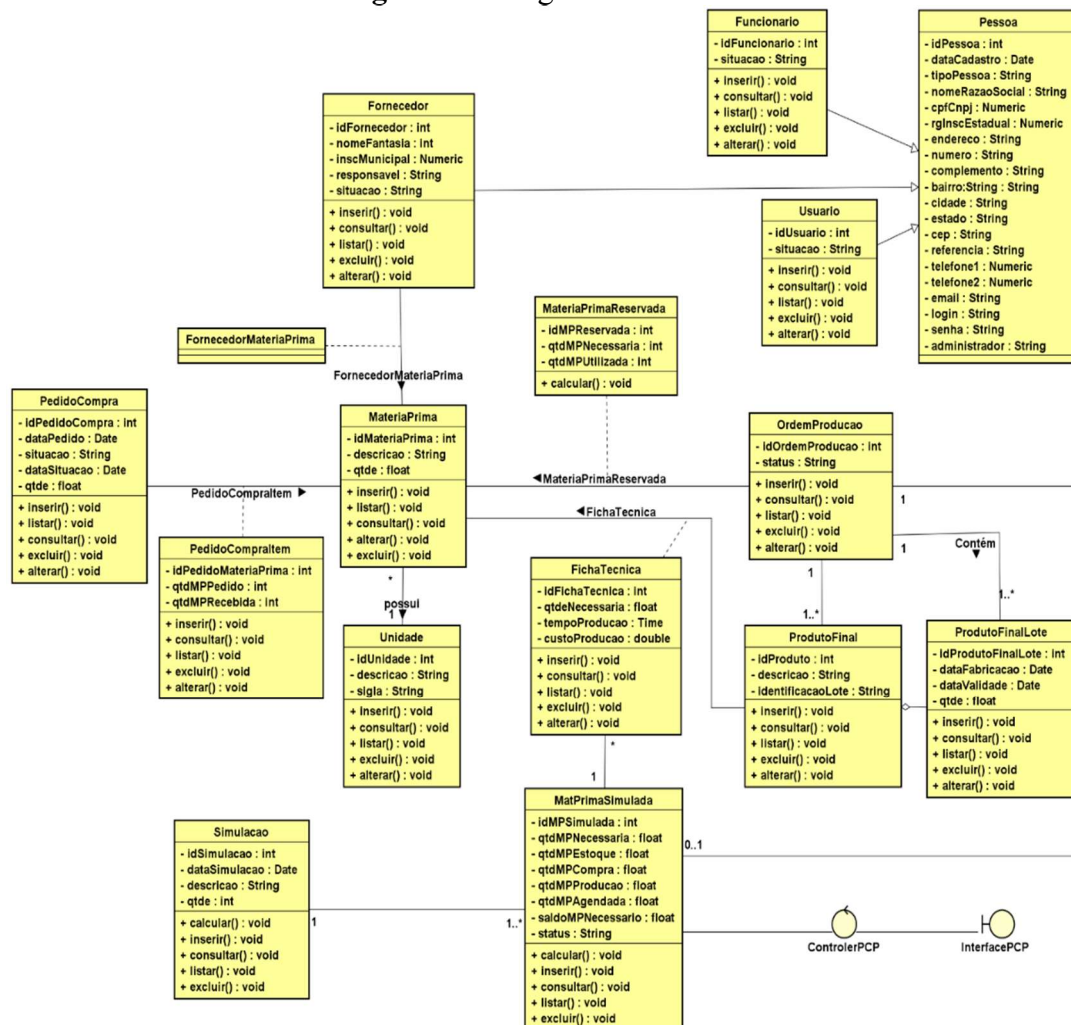
**Figura 2** – Fluxograma do modelo de atividades de simulação de PCP



Fonte: Elaborada pelos autores.

De posse dessas informações, iniciou-se a etapa de modelagem do sistema, na qual foram criados os vários diagramas da UML. A Figura 3 apresenta o diagrama de classes.

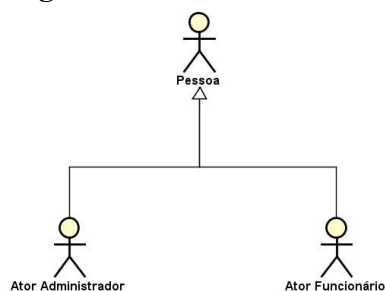
**Figura 3 – Diagrama de classes**



Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base no diagrama de classes definiram-se os atores do sistema, que representam os papéis que os usuários podem ter no sistema, as formas de utilização, interação, bem como os serviços e funções do sistema. Os atores: administrador e funcionário (Figura 4), herdando os atributos de pessoa, ambos fazendo interações com o sistema e precisando validar os acessos com seus respectivos usuários e senhas para executar transações.

**Figura 4 – Atores do sistema**

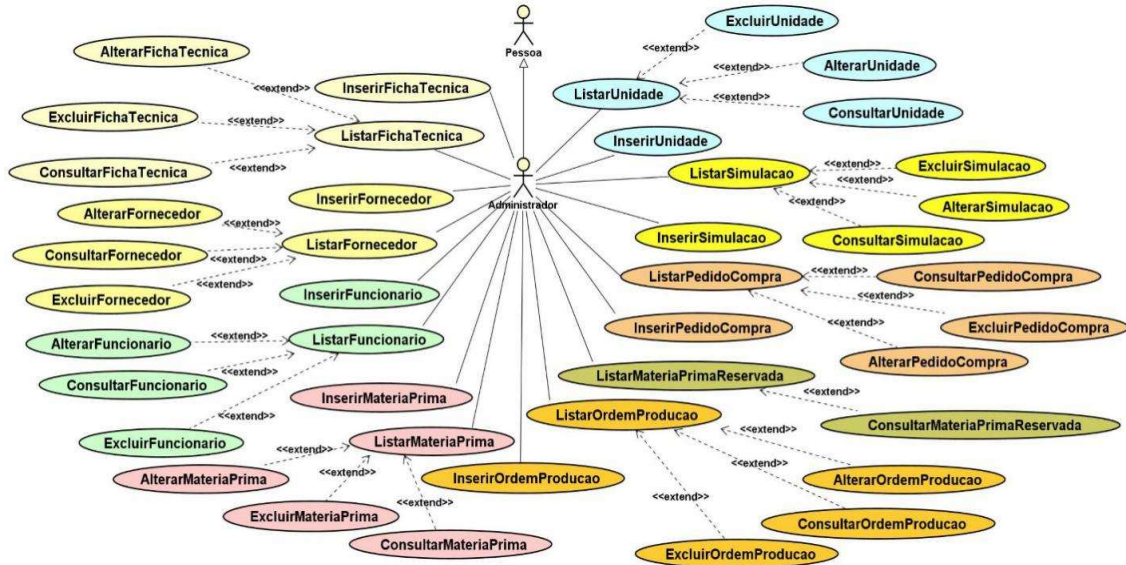


Fonte: Elaborada pelos autores.



O ator administrador realiza todas as atividades no sistema, podendo inserir, listar, consultar, alterar e excluir os dados. O ator funcionário tem algumas restrições com relação às questões de configurações e manutenção do sistema, sendo o ator operacional do processo de produção. O diagrama de caso de uso geral, apresentado na figura 5, representa todas as interações que o ator administrador tem com o sistema.

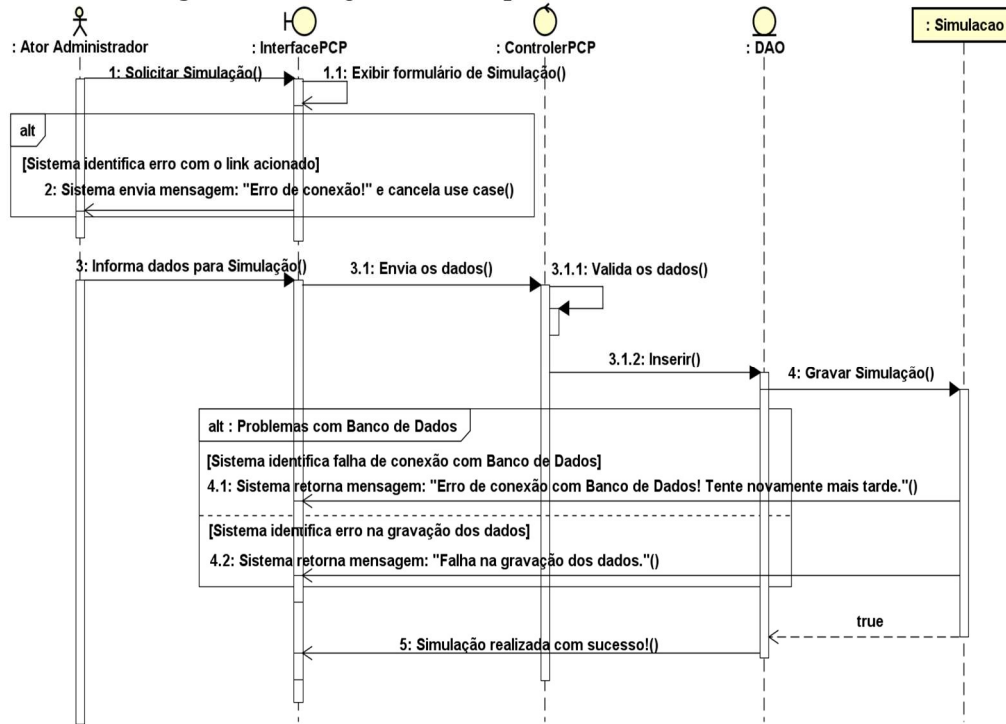
**Figura 5 – Diagrama de caso de uso geral – administrador**



Fonte: Elaborada pelos autores.

O diagrama de sequência da simulação (Figura 6) representa as interações entre o ator administrador, os objetos do sistema e as interações entre os próprios objetos do sistema para inserir a simulação, com suas mensagens, e ocorrência em um fluxo normal e fluxo alternativo.

**Figura 6 – Diagrama de sequência de simulação de PCP**



Fonte: Elaborada pelos autores.

Para a realização do cálculo da simulação de produção e para que software consiga determinar a necessidade de ressuprimento de (matéria-prima) deve-se realizar alguns processamentos dentro do sistema, sendo o saldo disponível o primeiro cálculo realizado e obtida a disponibilidade de cada matéria no estoque utilizando-se das variáveis que estão descritas na equação 1, este cálculo é aplicado a cada matéria prima que consta da ficha técnica do produto final que se deseja realizar a simulação.

$$Saldo_{MP} = Estoque_{MP} + \sum PedCompra_{MP} - \sum OrdProd_{MP} \quad (1)$$

Onde MP representa matéria prima, assim temos o  $Saldo_{MP}$  é igual ao  $Estoque_{MP}$  atual adicionado o somatório das quantidades solicitadas em  $PedCompra_{MP}$  (pedidos de compra realizados) e subtraindo as matérias primas reservadas no somatório de  $OrdProd_{MP}$  (ordens de produção).

Determinado o saldo de cada matéria-prima em estoque, o sistema irá calcular a necessidade de cada uma descrita na ficha técnica do produto final para a simulação de produção da quantidade solicitada pelo usuário. Na equação 2 encontra-se descrito o processo realizado pelo software para determinar a quantidade necessária de cada item.

$$Simul_{MP} = QtdeProduzir * FichaTecnica_{MP} \quad (2)$$

A equação 2  $Simul_{MP}$  representa o cálculo da quantidade de matéria-prima necessária para a ordem de produção solicitada, sendo definida pelo produto da  $QtdeProduzir$  que representa a quantidade final que se deseja fabricar. E  $FichaTecnica_{MP}$  representa cada item da ficha técnica do produto a simular, cuja descrição de cada componente é necessária na sua fabricação.

Uma vez calculados os componentes necessários para a análise de ressuprimento,  $Saldo_{MP}$  (saldo de estoque de matéria-prima) determinada na equação 1 e  $Simul_{MP}$  (quantidade necessária de matéria-prima para produção) representada na equação 2, será realizado o seu cálculo conforme descrito na equação 3.

$$Ressuprimento = \begin{cases} \text{Se } Saldo_{MP} < Simul_{MP} \rightarrow Saldo_{MP} - Simul_{MP} \\ \text{Se } Saldo_{MP} \geq Simul_{MP} \rightarrow 0 \end{cases} \quad (3)$$

O cálculo do Ressuprimento pode assumir duas condições: se o saldo de matéria-prima em estoque ( $Saldo_{MP}$ ) for menor que o simulado para a fabricação do produto desejado ( $Simul_{MP}$ ), deve-se realizar o ressuprimento de matéria-prima conforme o cálculo da diferença entre os dois componentes ( $Saldo_{MP} - Simul_{MP}$ ). Caso contrário, se o saldo em estoque for maior ou igual a sua necessidade, o algoritmo determinará que a necessidade de ressuprimento seja zero.

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para este sistema, foi definido que os parâmetros a serem monitorados dentro do processo produtivo se concentrariam na gestão do estoque da matéria-prima, sendo necessário para isso, registrar e monitorar as entradas e saídas do estoque, de acordo com os pedidos da demanda e a quantidade de produto final simulado, verificando ou não a necessidade de ressuprimento.

Na modelagem do sistema foram criadas telas administrativas para cadastros gerais como: fornecedores, matéria-prima, produto final, ficha técnica (dos produtos finais), unidades e usuários, telas para pedidos de compra e produção, e telas operacionais para o processo de simulação.

Uma das principais telas desenvolvidas para esse simulador de PCP é a de cadastro de ficha técnica, ambiente no qual o usuário pode CADASTRAR uma lista de matéria-prima que faz parte da composição do processo de fabricação de cada produto, como também ALTERAR essas informações ou, até mesmo, EXCLUIR um item da lista como podemos constatar na figura 7.

Ao selecionar um produto final (previamente cadastrado), caso exista cadastros para esse produto, o sistema gera uma lista de matéria-prima juntamente com a quantidade necessária de cada item que compõe a ficha do produto selecionado e, caso ainda não exista informações cadastradas para o produto selecionado (exemplo um produto novo), o usuário pode realizar os processos descritos no parágrafo anterior (é de suma importância, por parte do usuário, o cadastro correto dessas informações, pois influenciam diretamente nos resultados propostos pelo simulador). Essa é uma informação de extrema importância tanto para a produção do produto final, quanto para a realização do cálculo pelo sistema da necessidade de ressuprimento ou não, para cada item que faz parte da correspondente ficha técnica.

**Figura 7** – Tela de Cadastro de Ficha Técnica

**Cadastro de Fichas Técnicas**

Produto

Selecione o Produto:

PICOLÉ - UVA

Adicionar Item na Ficha Técnica

Selecione a Matéria Prima: Unidade: Informe a Quantidade: Adicionar Item:

Adicionar Limpar

Composição da Ficha Técnica

Show: 10 entries Search:

Código	Descrição	Quantidade	Unidade	Editar
1	ÁGUA	0.25	LITRO	Remover
3	AÇUCAR	0.115	QUILOGRAMA	Remover
4	EMULSIFICANTE	0.025	QUILOGRAMA	Remover

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na tela de cadastro das matérias-primas, o usuário pode CADASTRAR um novo item assim como também ALTERAR as suas informações ou EXCLUIR um registro. É importante observar que, para cada item inserido é carregada também a quantidade daquela matéria-prima no estoque sendo atualizadas pelos novos de pedidos de compra (entrada) e os novos pedidos de produção (saída).

O usuário através da tela de pedido de compra pode CADASTRAR, CONSULTAR, ALTERAR a situação atual do pedido (entre SOLICITADO, EM TRÂNSITO, FINALIZADO ou CANCELADO) ou EXCLUIR um pedido sendo necessário atualizá-lo conforme a sua situação. SOLICITADO indica que foi realizado um pedido de compra, mas ainda não faturado pelo fornecedor. Quando o pedido é faturado, a situação muda para EM TRÂNSITO, cujo sistema inclui a quantidade de cada matéria-prima solicitada de forma VIRTUAL no estoque para a realização da simulação. A situação RECEBIDO indica que o pedido de compras foi entregue pelo fornecedor, e então são acrescidas as quantidades ao estoque físico. E, por fim, a situação CANCELADO indica que o pedido por algum motivo foi rejeitado na sua entrega e, portanto, a quantidade VIRTUAL é retirada do cálculo do simulador.

Essas informações são importantes porque irão alimentar o banco de dados sobre a quantidade do estoque das matérias-primas, cujos números são automaticamente atualizados na coluna de estoque. Aqui descrevemos o processo da ENTRADA.



É possível realizar as mesmas ações na tela de pedido de produção assim como na tela de pedido de compras, sendo possível o usuário CADASTRAR, CONSULTAR, ALTERAR a situação atual do pedido, (entre SOLICITADO, EM PRODUÇÃO ou FINALIZADO) ou EXCLUIR o pedido. Quando a situação do pedido se encontra SOLICITADO significa que o pedido ainda não foi aprovado pela produção, porém, para o sistema, a quantidade de matéria-prima necessária para a produção deste pedido fica VIRTUALMENTE RESERVADA, mas sem alterações na coluna de estoque REAL. Essa informação é importante nos cálculos do simulador, pois caso seja feita nova simulação neste período, ele considera os dados dos estoques virtuais para os cálculos. Nas situações em que os pedidos de produção se encontram EM PRODUÇÃO ou FINALIZADO as quantidades de matérias-primas necessárias saem do estoque REAL. E aqui descrevemos o processo de SAÍDA.

Na Figura 8 está representada a tela de simulação, onde o usuário seleciona o produto e informa a quantidade a ser simulada. As informações de resposta são apresentadas em uma tabela logo abaixo, mostrando a lista das matérias-primas composta pela ficha técnica do produto e a quantidade respectiva para cada uma.

**Figura 8 – Tela de simulação de PCP**

Matéria Prima	Qtde Necessária (Unidade)	Unidade	Total Necessário	Qtde Estoque	Ressuprimento
LEITE INTEGRAL	0,850	LITRO	425,000	300,000	125,000
AÇÚCAR	0,115	QUILOGRAMA	57,500	93,000	0,000
EMULSIFICANTE	0,025	QUILOGRAMA	12,500	267,450	0,000
EMBALAGEM 1KG	1,000	UNIDADE	500,000	100,000	400,000

Fonte: Elaborada pelos autores.

Objetivando-se a validação da proposta do software de simulação, o mesmo foi apresentado a gestores de empresas, com os quais foi realizada a pesquisa quantitativa obtendo-se um feedback sobre a eficiência e eficácia do produto.

O universo de respondentes foi de 9 gestores de empresas da região, cujas respostas permaneceram anônimas. Na Tabela 1 encontra-se caracterizada o perfil dos gestores e das empresas em que trabalham. A maioria dos respondentes é jovem e possui ensino superior, e o ramo de atividade em que se destacam é a prestação de serviços, sendo que 56% das empresas têm tempo de atividade de até 15 anos.

É importante salientar que os respondentes prestadores de serviços são da área de consultoria e assessoria, e podem indicar tecnologias para redução de custos e obtenção de melhores resultados.

Identifica-se ainda, que 56% das empresas estão enquadradas como Microempresas, 33% como pequeno porte e 11% como médio porte.

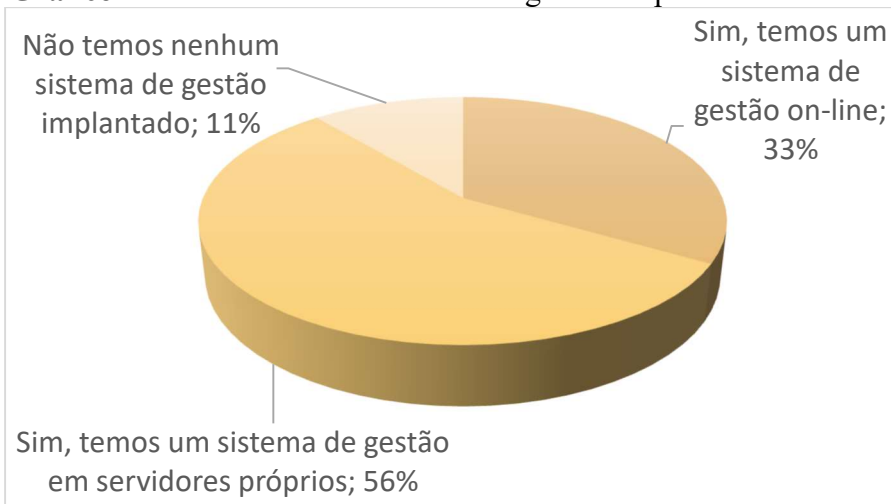
**Tabela 1** – Caracterização dos respondentes e do ramo e tempo de atividade da empresa

<b>IDADE</b>	
De 18 a 30 anos	44%
De 31 a 40 anos	34%
Acima de 40 anos	22%
<b>ESCOLARIDADE</b>	
Médio Completo	11%
Superior Completo	89%
<b>RAMO DE ATIVIDADE</b>	
Alimentícia	22%
Agropecuária	22%
Prestação de Serviços	45%
Varejo	11%
<b>TEMPO DE ATIVIDADE DA EMPRESA</b>	
Até 15 anos	56%
De 16 a 25 anos	22%
Acima de 26 anos	22%
<b>PORTE DAS EMPRESAS</b>	
Microempresa	56%
Empresa de pequeno porte	33%
Empresa de médio Porte	11%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Observa-se no Gráfico 1, que 89% das empresas utiliza ferramenta de gestão empresarial com objetivo de tomada de decisão rápida, enquanto 11% dos respondentes que declararam não usar, justificaram o custo de aquisição do produto.

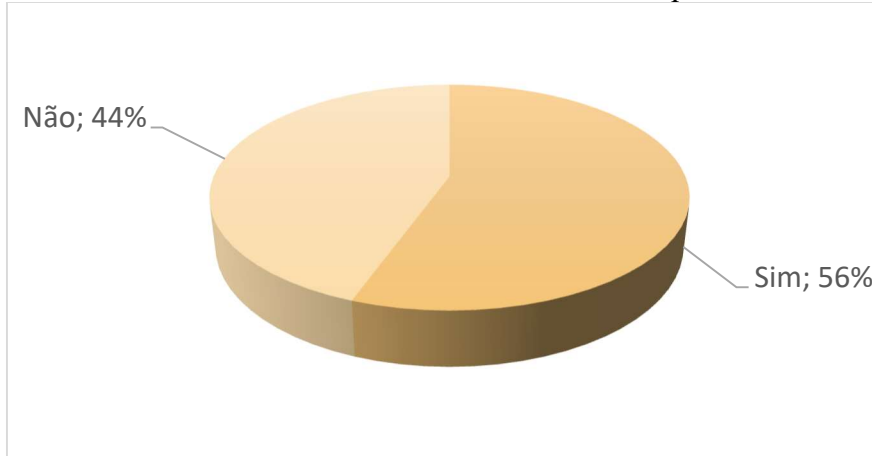
**Gráfico 1** – Utiliza-se de ferramenta de gestão empresarial



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para Lapolli (2003), com o avanço da tecnologia, os softwares de gestão deixaram de ser meros coadjuvantes (processos repetitivos), para um papel de eficiência e eficácia no processo de tomada de decisões, tornando-se uma ferramenta central nas estratégias das empresas. É possível constatar pelo Gráfico 2 que 56% das empresas utilizam-se de software para controle dos estoques.

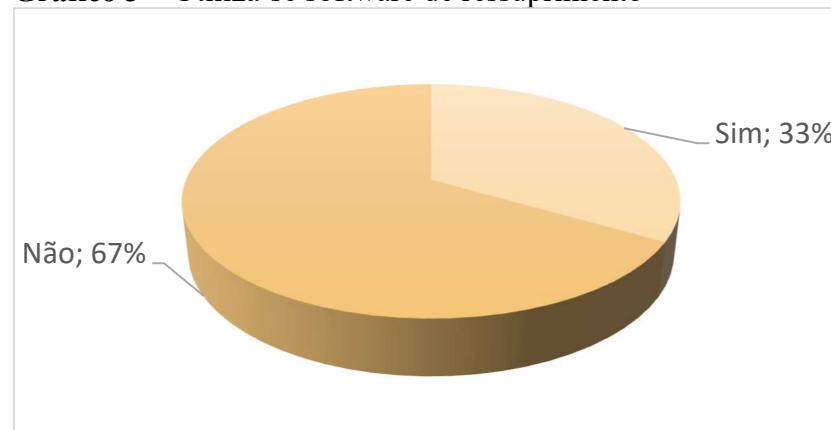
**Gráfico 2 – Utiliza-se software de controle de estoque**



Fonte: Elaborado pelos autores.

Entretanto no Gráfico 3, identifica-se que 67% das empresas não se utiliza da ferramenta para o cálculo do ponto de ressuprimento de estoque.

**Gráfico 3 – Utiliza-se software de ressuprimento**

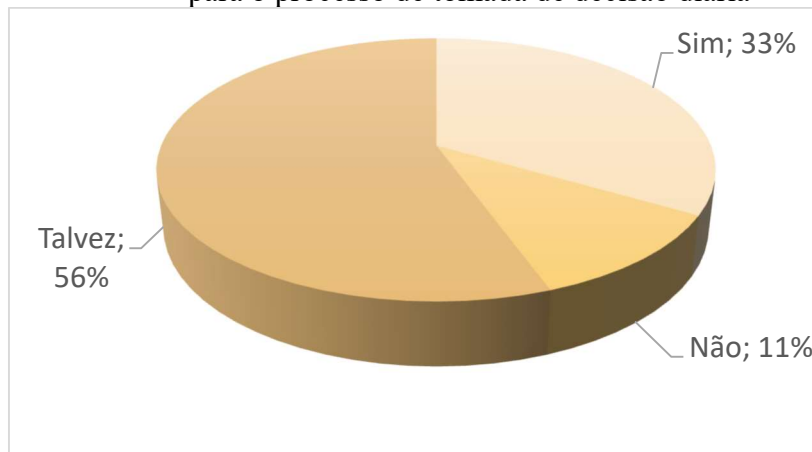


Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo Harrison et al. (2006), existe a necessidade de cálculo de ponto de ressuprimento, objetivando não ocorrer a ruptura do estoque de segurança, e consequentemente ter a interrupção do processo de produção.

Observa-se no Gráfico 4 que apenas 33% dos entrevistados entendem da importância da utilização do software simulador no processo de tomada de decisão, sendo que 56% declararam que entendem mais ou menos.

**Gráfico 4** – Entende da importância do uso de software simulador para o processo de tomada de decisão diária

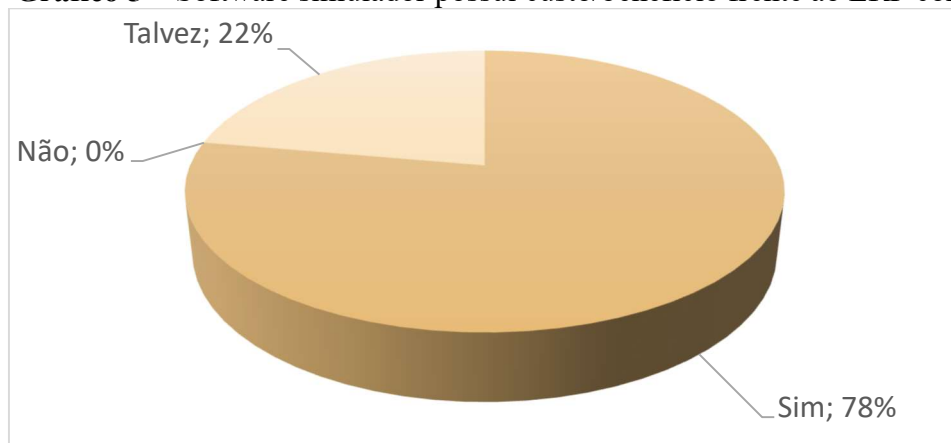


Fonte: Elaborado pelos autores.

Para Banks (2001), a ferramenta de simulação é muito utilizada no sistema de produção em função dos resultados apresentados, como: aumento da produtividade com padronização (qualidade), redução de custos e tempo, e uma compreensão melhor por parte dos gestores responsáveis pela produção.

Constata-se na Gráfico 5, que 78% dos entrevistados entendem que o produto apresentado possui um custo/benefício melhor frente ao ERP completo. Esse resultado pode ser em função principalmente do valor da aquisição de um ERP completo associado à sua complexidade, ou seja, na percepção dos entrevistados, o simulador atende a necessidade na área de PCP de uma forma simples, com um custo mais acessível.

**Gráfico 5** – Software simulador possui custo/benefício frente ao ERP completo



Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo os autores Rodrigues e Inácio (2010), sistemas que atendam a necessidade de gestores no processo PCP à custos menores, contribuem para que as empresas busquem investir em tecnologias cada vez mais, para obterem resultados positivos.

Comprovando essa tendência na busca pela inovação por parte dos gestores, visualiza-se no Gráfico 6 que 100% dos respondentes entendem que o software de simulação apresentado auxilia no processo de tomada de decisão.

**Gráfico 6 – Opinião sobre software simulador**



Fonte: Elaborado pelos autores.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta deste estudo foi de desenvolver um software que ajude os gestores a otimizarem a gestão do estoque da matéria-prima e simule a produção. Durante a análise do processo de produção, foi complexo determinar quais variáveis deveriam ser controladas pelo software para a geração da simulação proposta no trabalho. A complexidade advém da enorme quantidade de variáveis que influenciam o resultado dentro de cada etapa da cadeia produtiva e impactam diretamente no desempenho do software desenvolvido.

Pode-se observar que além da possibilidade de otimizar o processo de planejamento e controle do estoque, a ferramenta automatiza os processos de entrada e saída de matéria-prima, tendo como grande vantagem o acesso à todas as informações do processo produtivo de forma centralizada, em tempo real, podendo ser acessado em qualquer lugar com acesso à internet.

Nos resultados apresentados pela pesquisa quantitativa, observou-se que a maioria das empresas, apesar de possuir um sistema de gestão empresarial, não o utiliza como ferramenta para tomada de decisão. Os dados da pesquisa apontam que parte dos respondentes entende a importância do uso do software simulador para o processo de tomada de decisão diária.

Como sugestão para desenvolvimentos futuros, observou-se várias melhorias para esse projeto que podem ser implementadas seguindo duas linhas de desenvolvimento. A primeira seria um aprofundamento nos módulos, como por exemplo, incluir a importação da nota fiscal eletrônica e informações sobre prazos de entregas para cada fornecedor, o que contribuiria para a diminuição no prazo de ressuprimento, no custo da matéria-prima e no tempo de produção para demonstrar o prazo na qual essa demanda será concluída, entre outras.

A segunda linha pode ser a implantação desse simulador em software de gestão já adquirido pela empresa, através de uma Interface de Programação de Aplicativos (API), cujo sistema coleta as informações necessárias em formato xml (*Extensible Markup Language*) ou json (JavaScript Object Notation) e abastece a aplicação com informações relevantes ao que tange o processo de planejamento e controle de produção sem que o eleve a categoria de ERP.

Podendo assim, manter o custo acessível e uma utilização mais completa da ferramenta contribuindo de forma efetiva no auxílio às empresas de pequeno porte.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, J.; BARBIRATO, J.; MORTE, H. Simulação computacional aplicada em diversas áreas: um estudo teórico. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 36., 2016, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa: Enegep, 2016.
- BANKS, J. The future of simulation. *In: WINTER SIMULATION CONFERENCE*, 2., 2001, Arlington, VA, USA. **Proceedings** [...] Arlington, VA, USA, 2001. p. 1453-1460.
- BIANCHINI, J.; DARÚ, G. H.; BERGER, S. L. T. Análise de planejamento e controle da produção baseada na simulação de um processo produtivo utilizando um modelo híbrido de MRP e *Kanban*. **Journal of Lean Systems**, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 66-86, 2018.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**: MRP II/ERP: conceitos, uso e implementação base para SAP, *Oracle Applications* e outros softwares integrados de gestão. São Paulo: Atlas, 2016.
- HARRISON, A. *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2006.
- LAPOLLI, P. C. **Implantação de sistemas de informações gerenciais em ambientes educacionais**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- LOPES, C. B. *et al.* Sistemas de produção MRP e MRP II. **REGRAD**: revista eletrônica de graduação do Univem, Marília, v. 6, n. 1, 2013. Trabalho apresentado no 2ª Congresso de Pesquisa Científica, 2012, Marília. Disponível em: <https://revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/440/332>. Acesso em: 9 jul. 2020.
- PRESSMAN, R. S. **Engenharia de software**: uma abordagem profissional. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.
- RODRIGUES, M. D.; INÁCIO, R. O. Planejamento e controle da produção: um estudo de caso em uma empresa metalúrgica. **Revista Ingepro**, v. 2, n. 11, p. 72-80, nov. 2010. Disponível em: [http://www.ingepro.com.br/Publ\\_2010/Nov/325-921-1-PB.pdf](http://www.ingepro.com.br/Publ_2010/Nov/325-921-1-PB.pdf). Acesso em: 9 jul. 2020.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.