

Utilização da simulação para a melhoria do processo de lavagem de roupas em uma lavanderia hospitalar

Guilherme Silva Paixão (PUC MINAS – Poços de Caldas) guilhermespaixao.br@gmail.com
Marcelo Caldonazo Moyses (PUC MINAS – Poços de Caldas) marcelocaldonazzo@hotmail.com
Maria Giovana de Mello Rigobello (PUC MINAS – Poços de Caldas) rigobello.giovana@gmail.com
Otávio de Oliveira Riani Hilsdorf (PUC MINAS – Poços de Caldas) otavio_hilsdorf@hotmail.com
Rodrigo Furlan de Assis (PUC MINAS – Poços de Caldas) furlan@pucpcaldas.br

Resumo:

A simulação tem sido utilizada como uma ferramenta relevante para a análise de possíveis cenários em um sistema produtivo e cada vez mais explorada devido à sua fácil usabilidade, seu custo reduzido e à possibilidade de criar diversos cenários que auxiliam na tomada de decisão. Para auxiliar na simulação e na análise do cenário em uma lavanderia hospitalar, utilizou-se o método de Prova de Conceito que é conhecido por demonstrar a possibilidade de validação de uma ideia (ou conceito), geralmente seguida por um roteiro de testes, podendo ser aplicada a um produto ou negócio. Ao entender as atividades realizadas durante o processo, utilizar o método escolhido e executar a simulação, foi possível conhecer os pontos críticos do processo, alterá-los e aumentar o resultado operacional em um cenário possível. Com isso, percebeu-se a relevância da simulação e como pôde ser aplicada no processo de lavagem de roupas em uma lavanderia hospitalar.

Palavras chave: Simulação, Prova de Conceito, Lavanderia Hospitalar.

Use of Simulation to Improve the Laundry Procedures in a Hospital Laundry

Abstract:

Simulations have been used as a relevant tool for analysis of possible scenarios in production systems and has been increasingly used due to its easy of usability, reduced cost, and the possibility of creating scenarios that could aid in decision-making. To assist a simulation and analysis of a hospital laundry, the Proof of Concept method, known for introducing and validating an idea or concept, was used. This was followed by a sequence of tests that are usually applied to a product or business. By understanding all the stages of this process, using the chosen method and executing the simulation, allowed for examination of critical points of this process. Therefore, making it possible to make important changes and to increase operational results in the given scenario. As a result, the relevance of simulation was clearly realized and demonstrated how it could be applied to a real scenario in a hospital laundry.

Keywords: Simulation, Proof of Concept, Hospital Laundry.

1. Introdução

Prado (2010) define simulação como uma técnica capaz de emular o funcionamento de um sistema existente, desenvolvendo modelos nos quais é possível visualizar o funcionamento

desse sistema em questão. Ainda, segundo o autor, trata-se de uma ferramenta importante para medir quantitativamente a confiabilidade do sistema em estudo.

Uma das maiores aplicações da simulação está na manufatura, tendo o seu primeiro uso no início dos anos 60. A simulação se destaca por atuar em problemas específicos como a necessidade e quantidade de maquinário ou funcionários extras, avaliação de desempenho e avaliação dos procedimentos operacionais; as medidas de desempenho mais utilizadas são peças produzidas, tempo de espera das peças para serem processadas, porcentagem de utilização dos funcionários e das máquinas. (LAW & MACCOMAS, 1998).

Kelton et al. (2009) propõe que apesar da simulação não ser a única ferramenta que se utiliza para compreender o comportamento de um sistema produtivo, é um método de escolha frequentemente utilizado. Isso decorre do fato de que um modelo de simulação pode se tornar complexo, para demonstrar o sistema de maneira fiel, porém outros métodos requerem amplas simplificações do sistema para possibilitar sua análise, o que pode questionar a validade do modelo.

Sobre o processo de modelagem e simulação, Sterman (2000) afirma que tal processo faz parte de um contexto iterativo de aprendizado, pois permite a formulação de diversas hipóteses, a execução exaustiva de testes e sua contínua revisão, e por isso, faz parte do processo cognitivo do ser humano quanto ao que o relaciona com o meio e com outros seres.

Além dos recursos que a simulação proporciona, este trabalho visa operar no formato de prova de conceito. A prova de conceito (POC) é a evidência documentada de que um produto ou serviço potencial pode ser bem-sucedido, fato este que possibilita auxiliar o desenvolvedor do produto a identificar problemas técnicos e logísticos potenciais que possam interferir nos resultados esperados, no sucesso do produto desenvolvido (GAEA, 2015).

A POC pode ser a leitura de muitos artigos técnicos e científicos, o esboço com modelos, uma sequência de simulações simples ou até a criação de um protótipo. Além disso, o protótipo não necessita ser muito parecido com o produto. No entanto, é necessário funcionar com o objetivo de testar alternativas (GAEA, 2015).

2. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo explorar a simulação computacional para beneficiar o sistema de lavanderia hospitalar e através da concepção de cenários para identificar soluções viáveis que otimizem o processo como um todo: seja no setor econômico, mão-de-obra ou maquinário.

3. Metodologia

Com base na POC, o desenvolvimento deste trabalho foi realizado pelo grupo em um processo de lavanderia hospitalar. Para Pinheiro (2010), Prova de Conceito é um modelo prático que possa provar o conceito (teórico) estabelecido por uma pesquisa ou artigo técnico. A prova de conceito permite demonstrar na prática a metodologia, os conceitos e as tecnologias envolvidas na elaboração do projeto.

3.1 Modelo a ser analisado

Baseado no Manual de Processamento de Roupas de Serviços e Saúde, elabora pela ANVISA (2009) e no artigo de Cargnin (2008), o trabalho proposto visa simular e analisar o sistema de processamento de uma lavanderia hospitalar de porte médio. Para isso, foi necessário executar revisão literária de quais seriam as melhores práticas para um serviço de lavanderia hospitalar segundo às leis da vigilância sanitária. O resultado da pesquisa foi identificado na Tabela 1.

Atividade	Descrição
Remoção da roupa suja da unidade hospitalar	Deve haver o mínimo de agitação e manuseio da roupa coletada para evitar acidentes e dispersão de micro-organismos no ambiente.
Coleta e transporte da roupa suja	O transporte pode ser efetuado por meio de carro de transporte - o qual deve ser preferencialmente exclusivo para esse fim - ou por tubo de queda.
Pesagem	Deve ser realizada em duas etapas: no momento do recebimento, para o controle de custos; e após a separação e classificação, para dimensionar a carga do processo de lavagem de acordo com a capacidade da lavadora.
Separação e classificação	É classificada de acordo com sua sujidade, tipo de tecido e cor.
Lavagem	Elimina a sujeira, deixando-a com aspecto e cheiros agradáveis e deixando com o mínimo possível o nível de bactérias. Obs.: Um ciclo completo de lavagem geralmente é aplicado para roupas com sujidade pesada. Para roupas com sujidade leve, dispensam-se as etapas de umectação, primeiros enxágues e pré-lavagem, sendo que o ciclo inicia-se na etapa de lavagem. Umectação: Consiste no uso de produtos que facilitam a penetração da solução e a remoção de sujidades, como sangue, albuminas, entre outras. Pré-lavagem: Nessa fase, são usados detergentes que têm propriedades de remoção, suspensão e emulsão da sujidade, preparando as roupas para a próxima fase. Lavagem: Na fase da lavagem, a combinação das ações mecânicas, da temperatura, do tempo e da detergência tem a finalidade de remover o restante da sujidade. a) Ação mecânica: A ação mecânica é produzida pelo batimento e esfregação das roupas nas lavadoras; b) Temperatura: melhora a qualidade do processo e colabora com a economia de tempo e de produtos químicos; c) Tempo: Deve haver um equilíbrio no tempo, pois se está acima do necessário há aumento de custos, desgastes das roupas e diminuição da produtividade das máquinas; e se o tempo for menor do que o necessário não há eficiência na lavagem; d) Nível de água: É necessário que seja adequado à quantidade de roupa a ser lavada. Alvejamento: altera a tonalidade natural do tecido exercendo ação branqueadora e colabora com a

Lavagem	redução da contaminação microbiana. Enxágue: ação mecânica destinada à remoção, por diluição, da sujidade e dos produtos químicos presentes nas roupas Neutralização ou acidulação: Remove a alcalinidade residual contribuindo para a remoção de micróbios. Amaciamento: consiste em adicionar, no último enxágue, um produto que contém ácidos graxos em sua composição para realinhar as fibras, lubrificá-las e eliminar a carga estática.
Centrifugação	A centrifugação tem o objetivo de remover o excesso de água presente na roupa (centrífuga ou lavadora-extratora). Após a centrifugação, a roupa deve ser classificada levando-se em consideração o tipo de tecido, peça de roupa e a fase do processo de acabamento a que ela será submetida.
Secagem	A secagem é a operação que visa retirar a umidade das roupas que não podem ser calandradas.
Calandragem	A calandragem é a operação que seca e passa ao mesmo tempo as peças de roupa lisa, com temperatura entre 120°C e 180°C. Logo após vem o processo de dobradura.
Prensagem	A prensagem é efetuada em uniformes e outras peças que não devem ser processadas na calandra.
Passadoria a Ferro	A passadoria a ferro é usada, eventualmente, para peças pequenas ou para melhorar o acabamento de roupa pessoal.
Embalagem da Roupa	A roupa limpa é dobrada, podendo ser armazenada embalada ou não.
Estoque e Armazenamento da Roupa	A rouparia é um elemento da área física, complementar à área limpa, responsável pelo armazenamento e distribuição da roupa limpa.
Transporte e Distribuição da Roupa Limpa	Essa tarefa é realizada pelo pessoal da unidade de processamento de roupas ou da hotelaria e pode ser executada em carros de transporte fechados ou em carros abertos e, preferencialmente, exclusivos para esse fim.
Confecção e reparo de roupas	Roupas que foram submetidas a reparos devem ser enviadas para novo processo de lavagem, antes de serem encaminhadas aos setores do serviço de saúde. Roupas novas compradas ou confeccionadas na área de costura da unidade de processamento ou em outro local também devem ser submetidas ao mesmo fim.

Fonte: Processamento de Roupas de Serviços de Saúde Prevenção e controle de riscos (ANVISA,2009)

Tabela 1 – Descrição das atividades do processo

Verificando as atividades que compõem o processo de lavagem de roupas numa lavanderia hospitalar, é facilmente visto que a “lavagem” é a operação que exige mais atenção, tempo e cuidados no processo, agindo como um potencial gargalo; e as demais operações, apesar de

exigir certos cuidados, e ao contrário da “lavagem”, não são influenciadas por tantas variáveis, o que facilita a visualização do fluxo de produção na simulação.

3.2 Metodologia de simulação

Para o desenvolvimento da pesquisa será utilizada a proposta de Chwif e Medina (2008), para os quais a simulação pode ser desenvolvida em 3 passos: Concepção, implementação e análise, onde outras diferentes atividades compõem cada uma dessas etapas. Conforme os mesmos autores, o processo de modelagem e simulação não deve ser considerado estudo linear, devendo-se imaginar que seja um processo em espiral, conforme a Figura 1.

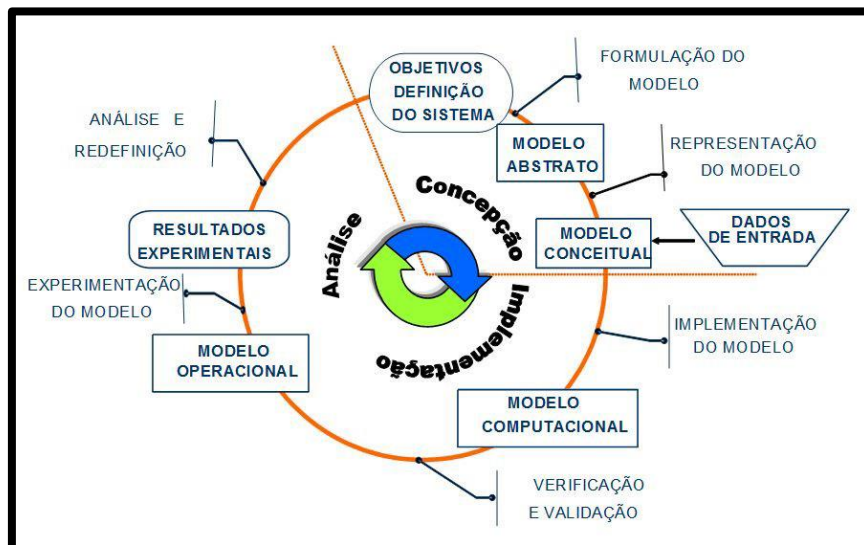


Figura 1 - Passos para simulação.
Fonte: Chwif e Medina (2008).

Para Chwif e Medina (2008), cada etapa é representada por meio dos seguintes passos:

1. Definição de objetivos e definição do sistema: Delimita as fronteiras do sistema, bem como suas restrições e modo de funcionamento;
2. Modelo Abstrato: Entendimento e construção do modelo mental do objeto de estudo (SENGE, 2013);
3. Modelo Conceitual: Utilização de modelos gráficos para definir os componentes, descrever as variáveis e interações (lógicas) que constituem o sistema;
4. Modelo Computacional: Nesta fase o modelo conceitual é convertido em um modelo computacional, sendo necessária a utilização de alguma ferramenta de programação. Além disso, são estabelecidos os dados a serem coletados, bem como as medidas de eficiência a serem usadas;
5. Modelo Operacional: Nessa fase ocorre a verificação e validação do modelo, sendo a confirmação de que o modelo opera de modo a gerar saídas acreditáveis e compatíveis com a saída do sistema real. Ainda, é possível conduzir experimentos ou mesmo rodadas de simulação (LAW & KELTON, 2000);
6. Resultados Experimentais: Corresponde à execução da simulação para gerar os dados esperados, bem como executar as análises dos resultados.

Com base nessa proposta, foi idealizado o modelo de referência para a formulação dos conceitos referentes ao processo. Tal modelo foi desenvolvido baseado na metodologia Business Process Management Notation (BPMN) que segundo Venki (2017), consiste em melhorar a comunicação entre setores e pessoas, já que estrutura e mostra o processo e suas fases.

A notação BPMN especifica o processo de negócio em um diagrama com uma simbologia padronizada. O BPMN serviu como uma linguagem padrão, colocando um fim na lacuna de comunicação entre a modelagem do processo e sua execução. Para tanto, o arquivo BPMN deste processo está anexo juntamente com o trabalho proposto.

Posterior a isso, segundo Chwif e Medina (2008) foi necessário o desenvolvimento do modelo computacional. Para tanto, o software utilizado para a realização da simulação foi o “Simio”, um programa utilizado para construir modelos para geração de cenários, levando em consideração tempo de processamento, mão-de-obra, maquinário, capacidade e entre outros principais fatores que interferem em um processo produtivo.

Para a formular a programação no software foram necessárias algumas adaptações na coleta de dados e na descrição das atividades, como é mostrado na Tabela 2.

Atividade	Capacidade (kg)	Tempo de Processamento (horas)
Coletar	100	-
Pesar	100	0,083
Pré-Lavar	20	1
Lavar	80	2
Costurar	5	0,5
Centrifugar	95	0,333
Secar/Passar	30	0,75
Calandrar	70	0,75
Embalar	100	0,25
Distribuir	100	-

Fonte: Dos autores (2017)

Tabela 2 – Atividades e suas respectivas capacidades e tempos de processamento

A tabela acima mostra o processo que identifica-se como “Cenário Original do Processo”, e a partir dele, realizou-se uma análise sobre possíveis melhorias no processo e a simulação foi realizada no software.

O tempo do processo simulado foi de dez horas para todos os cenários propostos. Não foi considerado na simulação o tempo de coleta pois chegou-se à conclusão de que não interfere no processo em si e muitas vezes esse serviço não é prestado pela lavanderia. Os fatores considerados na análise do processo foram o percentual trabalhado, o tempo de processamento, a entrada e saída de cada máquina; outro fator crucial para a análise é a quantidade de entradas e saídas no processo por completo.

A notação BPMN (Apêndice I) e o modelo computacional para simulação do cenário original (Apêndice II) foram feitos para melhor entender o processo e assim analisar os possíveis pontos críticos.

4. Resultados

As tabelas a seguir mostram os resultados dos cenários simulados no software, partindo do Cenário Original. Para a montagem dos resultados foram destacados três fatores: percentual trabalhado, o tempo de processamento, a entrada e saída de cada máquina ou processo. Vale ressaltar que o tempo simulado foi de 10 horas ocorridas em um dia.

Processos	Percentual trabalhado (%)	Tempo de Processamento (h)	Entrada (1=100)	Saída (1=100)
Pesar	99,99	9,99	86	84
Pré-lavar	92,96	9,29	10	9
Lavar	98,79	9,87	5	4
Centrifugar	13,33	1,33	4	4
Calandrar	15	1,5	2	2
SecarPassar	15	1,5	2	2
Embalar	10	1	4	4
COLETA	100			
EXTRAI	4			

Fonte: dos autores (2017)

Tabela 3 – Resultado da simulação de um processo sem alterações

No Cenário 1, foi alterado (em relação ao cenário original) o tempo de pesagem, o qual diminuiu em 40%. Observou-se que no processo total somente essa mudança não afetou o resultado final, porém, a atividade configurada como “SecarPassar” produziu um valor bem próximo a zero, devido à porcentagem do total que foi destinada a ela, conforme Tabela 4.

Processos	Percentual trabalhado (%)	Tempo de Processamento (h)	Entrada (1=100)	Saída (1=100)
Pesar	83,33	8,33	100	100
Pré-lavar	97,46	9,74	10	9
Lavar	99,12	9,91	5	4
Centrifugar	13,33	1,33	4	4
Calandrar	30	3	4	4
SecarPassar	100	10	0	0
Embalar	10	1	4	4
COLETA	100			
EXTRAI	4			

Fonte: dos autores (2017)

Tabela 4 – Cenário 1: Resultados da simulação com o tempo de lavagem reduzido em 40%

No Cenário 2, foram consideradas as alterações feitas no Cenário 1, acrescentando-se uma alteração na de pré-lavagem, a qual diminuiu em 50% o seu tempo. Observou-se que no processo total essas mudanças não afetaram o resultado final, conforme Tabela 5.

Processos	Percentual trabalhado (%)	Tempo de Processamento (h)	Entrada (1=100)	Saída (1=100)
Pesar	83,33	8,333	100	100

Pré-lavar	98,3	9,83	20	19
Lavar	99,12	9,912	5	4
Centrifugar	13,33	1,333	4	4
Calandrar	30	3	4	4
SecarPassar	100	10	0	0
Embalar	10	1	4	4
COLETA	100			
EXTRAI	4			

Fonte: dos autores (2017)

Tabela 5 – Cenário 2: Resultado da simulação do “Cenário 1” com redução no tempo de pré-lavagem

No Cenário 3, foram consideradas as alterações feitas no Cenário 2, acrescentando-se uma alteração no tempo de lavagem, o qual foi diminuído em 50%. Observou-se que as alterações feitas dobraram o resultado final e a atividade “SecarPassar” voltou a exercer sua função, conforme Tabela 6.

Processos	Percentual trabalhado (%)	Tempo de Processamento (h)	Entrada (1=100)	Saída (1=100)
Pesar	83,33	8,333	100	100
Pré-lavar	98,3	9,83	20	19
Lavar	99,12	9,912	10	9
Centrifugar	30	3	9	9
Calandrar	43,25	4,325	6	5
SecarPassar	22,5	2,25	3	3
Embalar	20	2	8	8
COLETA	100			
EXTRAI	8			

Fonte: dos autores (2017)

Tabela 6 – Cenário 3: Resultados da simulação do “Cenário 2” com alterações no tempo de lavagem

No Cenário 4, foi alterado (em relação ao cenário original), apenas o tempo de lavagem, o qual foi reduzido em 50%. Observou-se que a mudança dobrou o resultado final (comparado com o Cenário Original), conforme Tabela 7.

Processos	Percentual trabalhado (%)	Tempo de Processamento (h)	Entrada (1=100)	Saída (1=100)
Pesar	99,99	9,999	86	85
Pré-lavar	92,96	9,296	10	9
Lavar	98,79	9,879	10	9
Centrifugar	30	3	9	9
Calandrar	15	1,5	2	2
SecarPassar	50,42	5,042	7	6
Embalar	20	2	8	8
COLETA	100			
EXTRAI	8			

Fonte: dos autores (2017)

Tabela 7 – Cenário 4: Resultados da simulação do “Cenário Original” com alterações no tempo de lavagem

No Cenário 5, o processo foi construído considerando dois processos de lavagem simultâneos com o mesmo tempo de processamento (1 hora cada um). Observou-se que o resultado final aumentou em 75%, conforme Tabela 8.

Processos	Percentual trabalhado (%)	Tempo de Processamento (h)	Entrada (1=100)	Saída (1=100)
Pesar	99,99	9,999	86	85
Pré-lavar	92,96	9,296	10	9
Lavar1	98,78	9,878	10	9
Lavar	96,45	9,645	10	9
Centrifugar	53,33	5,333	16	16
Calandrar	75,4	7,54	11	10
SecarPassar	39,57	3,957	6	5
Embalar	35,39	3,539	15	14
Costura	10	1	2	2
COLETA	100			
EXTRAÍ	14			

Fonte: dos autores (2017)

Tabela 8 – Cenário 5: Resultados da simulação do “Cenário Original” com dois processos de lavagem operando simultaneamente

A partir dos valores iniciais assumidos e das alterações feitas percebeu-se que o processo só sofria alterações quando a operação de “lavagem” era alterada e no “Cenário 5” foi percebido o melhor resultado, onde aplicando dois processos de lavagem simultâneos com o mesmo tempo de processamento (1 hora cada um) foram extraídos 14kg do total de 100kg que havia entrado no processo.

5. Conclusão

Com a elaboração deste trabalho, foi possível concluir a importância da simulação em um processo produtivo, e como a prova de conceito pode ser aplicada beneficiando os interessados em um determinado sistema.

O trabalho consistiu em elaborar diversos cenários para analisar os possíveis resultados. Foi possível elaborar 5 cenários diferentes além do “Cenário Original”, o que permitiu ter uma visualização maior das atividades que interferem ou não no resultado final. Dentre os cenários propostos, verificou-se que a atividade de lavagem é a que mais interfere diretamente e proporcionalmente no resultado final (Cenários 3, 4 e 5). Com isso, seria possível elaborar novos projetos de produção e otimizar o sistema de uma lavanderia hospitalar.

É importante ressaltar que apesar do software ser de alta complexidade e alto nível de simulação, levando em conta variáveis incontáveis, possui suas limitações. Outro fator que possivelmente influencia no resultado final é os dados assumidos para o processo como um todo, pois não foi possível ter contato com dados reais em uma lavanderia hospitalar; os fatores externos que não foram assumidos pelo grupo e consequentemente, não foram assumidos pelo software.

O trabalho foi realizado com êxito e através do estudo teórico sobre conceitos, tempos e processos foi possível perceber quão importante é cada atividade e cada cenário para a realização de um sistema real, onde é possível identificar qual é a melhor solução a ser executada.

Por fim, fica registrado o agradecimento à PUC MINAS pelo incentivo à pesquisa e pelo suporte que é oferecido ao corpo docente e discente para a realização de projetos e auxílio na busca de novas propostas de estudos.

Referências

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Processamento de roupas em serviços de saúde: prevenção e controle de riscos / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2009.

CARGNIN, Miria Trentin. **Análise do Processo de Lavagem e Desinfecção de Roupas Hospitalares: O Caso da Lavanderia do HUSM**. 2008. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010. Disponível em: <http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/12/TDE-2008-06-12T172100Z-1598/Publico/MIRIATRENTINGARGNIN.pdf>. Acesso em: 19 out. 2017.

CHWIF, L.; MEDINA, A.C. **Modelagem E Simulação de Eventos Discretos, Teoria e Aplicações**. 2ª Ed. São Paulo: Bravarte, 2008.

GAEA Consulting. **Por que é importante fazer uma prova de conceito? (PoC)**. 2015. Disponível em: <<https://gaea.com.br/por-que-e-importante-fazer-uma-prova-de-conceito/>>. Acesso em: 03 dez. 2017.

KELTON, W. D.; SADOWSKI, R.; ZUPICK, N. **Simulation with Arena**. McGraw-Hill, 2009.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **Simulation Modeling and Analysis**. McGraw-Hill, 2000.

LAW, A. M.; MCCOMAS, M. G. **Simulation Of Manufacturing Systems**. *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference*, Tucson. p. 49, 1998.

PINHEIRO, José Mauricio Santos. **Prova de Conceito no Projeto de Redes de Computadores. Projeto de Redes**, 2010. Disponível em: <http://www.projetoederedes.com.br/artigos/artigo_prova_de_conceito_no_projeto_de_redes.php>. Acesso em: 04 dez. 2017.

PRADO, D. S. **Usando o Arena em simulação**. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2010.

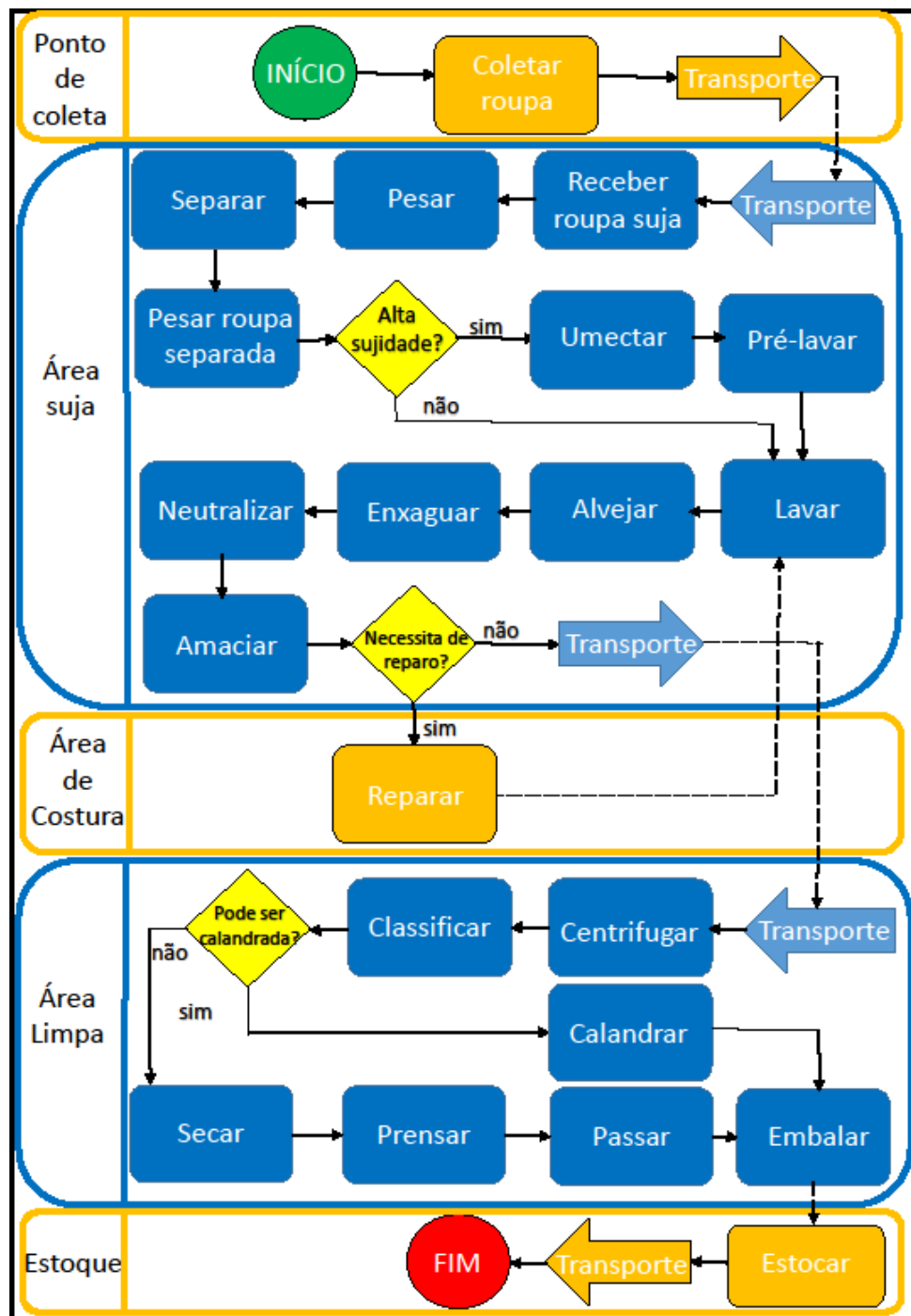
SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006. Bauru, SP. **Modelagem, simulação e otimização em sistemas puxados de manufatura**. Bauru: UNESP, 2010.

SENGE, P. M. **A quinta disciplina: arte, teoria e prática da organização de aprendizagem**. São Paulo: Best Seller, 2013.

STERMAN, J. D. **Business dynamics-systems thinking and modeling for a complex world**. Boston: Irwin McGraw-Hill, 2000.

VENKI. **Notação BPMN – A notação mais aceita para modelar processos**. 2017. Disponível em: <<http://www.venki.com.br/blog/notacao-bpmn/>>. Acesso em: 04 dez. 2017.

APÊNDICE I – MODELO BPMN



APÊNDICE II – MODELO COMPUTACIONAL

