



## ANÁLISE E SIMULAÇÃO DA ÁREA DE MANUTENÇÃO E SUPORTE DE MICROCOMPUTADORES DE UM ÓRGÃO PÚBLICO EM MANAUS

**Caio Ronan Lisboa Pereira (UFAM)** - caio.ronan@yahoo.com.br

**Almir Lima Caggy (UFAM)** - almir\_kggy@hotmail.com

**Daniel da Silva Marques (UFAM)** - daniel.ufam2009@hotmail.com

**Maria Luciney da Silva Nascimento (UFAM)**- lucineynascimento@hotmail.com

### Resumo:

Este artigo procura mostrar todas as etapas de um processo produtivo, no caso o setor de manutenção da Secretaria Municipal de Educação (SEMED) da cidade de Manaus focalizando o processo como um todo. Deste modo, localizando e posteriormente eliminando gargalos e diminuindo custo. Assim o presente artigo pôde construir um cenário válido e considerado ótimo para o bom funcionamento do setor, evitando o uso ocioso de funcionários no setor, bem como atingindo melhores taxas de eficiência do processo como um todo e fornecendo maior número de produtos na saída do sistema.

### Palavras Chave:

Palavras-chave: Simulação, Tecnologia, Manutenção

### 1. Introdução

O presente artigo foi desenvolvido na Secretaria Municipal de Educação (SEMED) que atualmente possui um parque de aproximadamente 20 mil microcomputadores sendo grande parte de modelo notebook, doados em 2010 e o restante espalhados na sua sede, em suas 515 Unidades de Ensino (creches, CMEI's e Escolas Municipais), nas divisões regionais, nos prédios conveniados e em projetos especiais a quais a Secretaria participa ativamente, tais como os Centros de Arte e Cultura e Laboratórios de Informática de instituições beneficentes.

Deste modo este objetivou-se no trabalho da Divisão de Gestão de Tecnologia da Informação, subordinada a Departamento de Planejamento (DEPLAN) no que condiz





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

a área de manutenção. Onde cabe ao setor fazer toda a área de aquisição, manutenção, suporte e destinação final aos produtos de informática de todas as entidades ligadas a secretaria. Hoje o setor é desenhado de modo a atender num espaço enxuto, todas as atividades relacionadas ao parque tecnológico, bem como demais áreas coligadas.

Basicamente o parque tecnológico é subdividido na tabela abaixo.

<b>Tipo de Equipamento</b>	<b>Modelos</b>
Desktop	Itautec (I15, I84, I87, C4, ST4440)
	Zmax (Server, Estação Telecentro, Administrativa)
Impressoras	HP (Laserjet 1320, 1302), Brother, Xerox
Access Point e Roteadores	TP-Link, D-Link,
Switch	3Com, Extreme (gerenciável)
Celulares	BlackBerry, Nokia
Notebook	CCE, Acer, Positivo
PAD's e Netbooks	Positivo, Sony

Quadro1: Descrição do Parque Tecnológico da Semed.

Fonte: SISMAQWEB (2015)

Estes equipamentos, em algum momento vão sofrer algum tipo de eventualidade a qual o setor de manutenção da Semed vai atuar de modo corretivo. Esses equipamentos vão entrar no atendimento, levado pelo gestor ou funcionário autorizado (área urbana), atendidos na própria escola (área urbana), ou ainda levado pelos técnicos para o setor (área rodoviário-ribeirinha). As causas mais comuns estão citadas na tabela abaixo.

<b>Tipo de Evento</b>	<b>% de chamadas no sistema</b>
Máquina não liga	15
Manutenção Geral	25
Vírus, worms, trojans e etc.	10
Erro no SO (não loga/entra no domínio). Falhas de inicialização	20





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Periféricos	10
Outros	20

Quadro2: Índice de problemas relatados no sistema.

Fonte: SISMAQWEB (2014)

Ao entrar no setor, está disponível uma atendente que cataloga o problema relatado pelo usuário e imprime a ficha técnica que está em anexo ao equipamento durante toda a sua estadia no setor.

O equipamento adentra a bancada de manutenção, onde é minuciosamente vistoriada, primeiramente externa e depois internamente e onde são realizados todos os testes. Diagnosticado o defeito que causou o problema, o equipamento vai imediatamente para a correção dos problemas, onde está definido em qual lugar vai ser atacado para solucionar a questão que impede do equipamento de funcionar corretamente.

Tipo de Evento	% de eventos
Hardware	5
Software	85
Hardware/Software	10
Total	100

Quadro 3: Índice de eventos por situação

Fonte: O autor

Após o equipamento estar sanado ou condenado, este retorna a mesa de atendimento onde são feitas as disposições finais relacionadas ao procedimento a ser realizado no setor. Em caso de devolução, o gestor é contactado para recolher sua máquina. Em caso de condenação, primeiramente é feita uma cautela, mostrando para o setor a inviabilidade de continuar a manutenção do equipamento. Logo após o setor pratica a canibalização do equipamento, retirando os periféricos considerados úteis para uso em outros equipamentos possivelmente defeituosos (HD, leitores de CD/DVD, demais placas), que vão ao almoxarifado de *spareparts* e o gabinete, enviado a área de





inservíveis, onde aguardará o caminhão de entulho para ir ao depósito de sucatas mantido pela Prefeitura.

### **2. Problema**

Como bom todo serviço que depende quase exclusivamente de pessoal qualificado, podemos citar alguns problemas, os quais serão abordados dentro dos relatórios. Tais problemas serão elencados a seguir:

#### **1. Recursos**

O problema do objeto de estudo desse relatório é quantificar qual é a quantidade ótima e a quantidade mínima de recursos a serem utilizados. Muitas vezes devido a ordens superiores, vários servidores são enviados para férias ou remanejados, causando severo prejuízo ao setor. Deste modo, algumas atividades mais complexas são interrompidas, causando prejuízos ao sistema como um todo.

#### **2. Máquinas em Processo**

Número de máquinas que estão paradas em processo, ou seja, estão aguardando atendimento dentro da bancada. O intuito é identificar quais são as causas desse problema e apontar alternativas visando diminuir o número de equipamentos que estão em espera, ocupando espaço e podendo causar problemas de danos.

#### **3. Rastreabilidade**

Outro problema encontrado, mas não objeto de estudo agora é a questão de rastreabilidade de equipamentos. Muitas vezes, por problemas relacionados ao despacho de equipamentos, os mesmos não são encontrados em seus devidos locais, ou ainda, aparecem no sistema, mas foram despachados para o depósito. A ideia é verificar onde está ocorrendo essas distorções e sugerir soluções para que esses equipamentos não se percam pelo setor.





## 3. Objetivos

### 3.1. Objetivo Geral

- Otimizar o sistema de manutenção dos equipamentos tecnológicos da SEMED

### 3.2. Objetivos Específicos

- Construir o fluxo do sistema de manutenção;
- Analisar o processo, identificando as inconsistências e possíveis pontos de melhoria.
- Fazer o modelo conceitual;
- Coletar, organizar e analisar os dados armazenados em diferentes sistemas computacionais de controle de atendimento;
- Desenvolver o modelo computacional;
- Simular e validar o sistema utilizando o software ARENA;
- Fazer a construção dos cenários alternativos, aplicando os pontos de melhorias propostos.
- Apresentar um fluxo ótimo, que atenda aos resultados esperados.
- Verificar qual é número ótimo de atendentes do sistema
- Orientar ao tomador de decisão qual é a alternativa que cause menor prejuízo ao sistema em caso de eventualidade que resulte em diminuição de pessoal e espaço.

## 4. Metodologia

Durante o período da construção deste artigo foi realizada uma profunda pesquisa dentro do histórico do setor, verificando nos sistemas e relatórios.

Realizaram-se medições dos tempos dos processos, colhendo a amostra com o uso de cronômetro e anotando usando os intervalos em um bloco de notas virtual, os quais estão representados nas tabelas a seguir:





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Tempos de Chegada de Equipamento (min)									
15	16	15	17	20	18	32	19	25	11
23	25	31	16	17	19	21	22	1	1
1	1	18	21	23	21	19	20	16	16
17	15	16	19	20	18	21	30	1	1
5	18	20	14	14	18	33	19	25	16
34	35	18	25	19	17	15	18	20	23
21	18	17	44	17	25	18	17	20	34
17	9	7	17	18	25	20	22	13	14
16	17	19	12	18	31	17	15	23	26

Quadro 4: Tempos medidos por estação de trabalho manualmente (entrada).

Fonte: O autor

Tempos de Atendimento de Entrada (min). Os tempos são os mesmos para a saída									
10	20	10	15	18	30	26	44	32	63
25	10	44	58	61	23	35	4	16	30
18	20	16	33	45	16	20	44	51	19
30	50	18	25	22	25	31	19	17	40
18	25	17	16	33	35	18	19	28	29
25	31	36	25	19	24	31	19	25	26
33	9	14	17	15	17	18	12	21	30
11	25	16	22	24	6	9	19	16	25
23	37	31	18	22	23	45	16	19	22

Quadro 5: Tempos medidos por estação de trabalho manualmente (atendimento).

Fonte: O autor

Tempo de atendimento na Triagem (min)									
6	5	10	13	11	10	9	11	10	19
9	8	9	13	15	11	11	14	10	7
11	20	13	15	16	17	8	7	5	5
11	4	11	13	15	16	17	14	16	15
17	18	19	15	16	15	11	18	20	11
18	17	16	18	17	15	4	16	14	15
16	15	14	13	17	16	14	15	16	14
17	15	14	15	15	14	16	17	18	13
11	9	16	14	11	14	17	19	5	14

Quadro 6: Tempos medidos por estação de trabalho manualmente (triagem).





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Fonte: O autor

Tempo aguardando peça pela autorizada (dias)									
2	2	2	3	2	2	7	8	10	9
3	3	4	5	13	10	10	17	4	4
5	5	5	6	3	3	3	4	4	5
12	5	6	9	9	9	10	7	7	8
5	5	4	7	6	8	9	8	9	8
5	5	6	7	5	6	6	7	5	13
5	5	5	6	3	3	3	4	4	5
12	5	6	9	9	9	10	7	7	8
5	5	4	7	6	8	9	8	9	8

Quadro 7: Tempos medidos por estação de trabalho manualmente (Aguarda Peça).

Fonte: O autor

Tempo de Troca de Peça (min)									
20	21	10	15	20	18	20	17	16	18
18	17	18	19	16	15	18	17	18	16
17	18	15	14	15	16	18	22	16	18
17	16	15	15	16	17	9	11	12	14
9	10	11	11	11	13	15	16	14	16
16	20	19	20	16	18	17	15	15	16
14	11	18	19	20	22	19	21	17	18
19	14	15	13	14	15	16	17	18	18
17	16	15	15	16	17	9	11	12	14
9	10	11	11	11	13	15	16	14	16

Quadro 8: Tempos medidos por estação de trabalho manualmente (Troca de peça).

Fonte: O autor

A coleta de dados foi feita durante cinco dias escolhidas aleatoriamente no calendário (23/10, 10/11, 18/11, 01/12 e 15/12) e comparados com os dados recolhidos do software de controle de equipamentos, pois o mesmo somente consegue fazer o controle do intervalo de tempo em dias. Com os dados colhidos, para melhor tratamento de tempos, usou-se a ferramenta *Input Analyzer*, que faz a análise e calcula qual é a



melhor distribuição possível das probabilidades do evento acontecer em determinado período de tempo.

Fez-se a inspeção visual de cada estação de trabalho, verificando quais são os pontos fracos e áreas as quais podem ser implementadas melhorias, além do diagrama do fluxo de equipamentos e mapeamento do processo como um todo, verificando onde há gargalos e imperiosa questão de tentar eliminá-los.

Para dar confiabilidade ao sistema, tomou-se como base  $n = 100$  utilizações.



Figura 1: Fluxograma simplificado da área de manutenção do setor

## 5. Resultados Obtidos

### 5.1. Cenário Atual

Após as análises das estações, foi elaborado um fluxo e, utilizando o software ARENA®, montou-se o primeiro caso.

#### 5.1.1. Visualização do cenário

Realizou-se a esquematização da simulação, de forma a reproduzir o passo-a-passo dos equipamentos, mostrando o sistema como um todo.

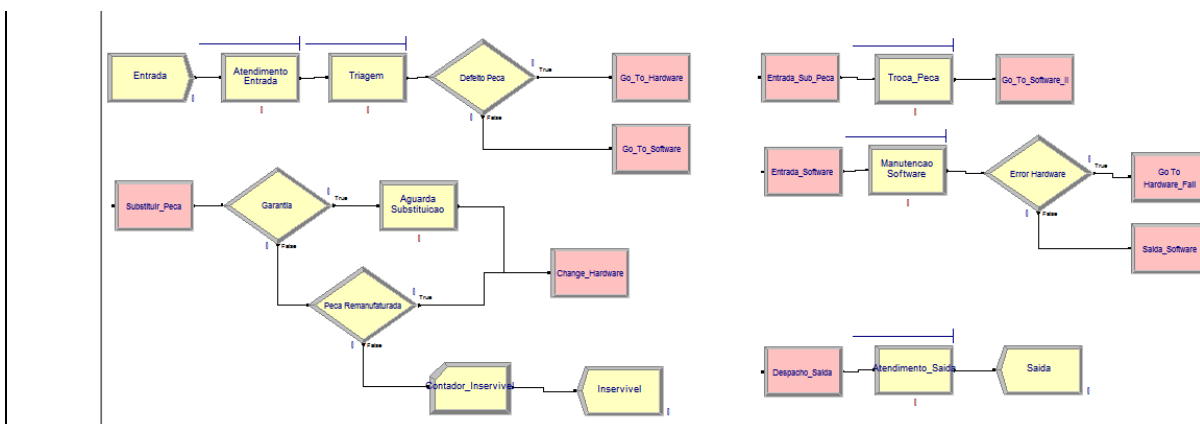


Figura 2: Fluxograma detalhado da área de manutenção do setorno ARENA





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

No fluxo são mostrados, em cada estação, como é feita a movimentação, seguindo o padrão de acompanhamento, tal que segue a seguinte ordem.

- a. Entrada
- b. Atendimento
- c. Triagem
- d. A Espera de Peças (garantia)/Uso de *SpareParts*/Descarte
- e. Troca de Peça
- f. Manutenção de Software
- g. Expedição.

Em caso de produto que não há condições de uso, segue para o processo:

- h. Canibalização.

## 5.1.2. Análise dos tempos

Na tabela abaixo, foram verificados os intervalos de tempos monitorados em cada setor da atividade, segundo o fluxo de atendimento.

Local		Entrada	Atendimento	Triagem	Aguardar Peça (dias)	Troca Peça	Software	Expedição
Tipo de Distribuição		Poisson	Erlang	Normal	Weibull	Triangular	Normal	Erlang
Distribuição		POIS(30)	3.5 + ERLA(6.91, 3)	NORM(13.5, 3.91)	1.5 + WEIB(5.49, 1.82)	TRIA(8.5, 16, 22.5)	NORM(36.7, 6.7)	3.5 + ERLA(6.91, 3)
Erro Quadrado (%)		1.8	1.7	1.9	1.2	1.2	1.9	1.7
Chi Quadra	Intervalos	7	9	6	7	6	9	9





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

do	Degrees of Freedom	5	6	3	4	4	6	6
	Test Statistic	7.16	13,2	15	9.11	5.17	13,2	13.2
	p.value	0.22	0.0414	0.055	0.0611	0.277	0.055	0.0414
	Média	18	24.2	13.5	6.38	15.6	36.7	24.2
	Desvio Padrão	7,96	11.7	3.93	2.79	3.1	6.79	11.7

Quadro 9: Distribuição dos tempos de atendimento por setor.

Fonte: O autor

### 5.1.3. Análise dos recursos.

Considerado que está documentado em norma do setor, sempre haverá um recurso (operador) em cada estação, sendo que quem está na recepção vai fazer o trabalho de entrada e saída ao mesmo tempo e são realizadas por dois operadores que vão revezando os serviços de entrada/saída com as demais atividades de setor (não são exclusivas). Sendo que cada setor estará representado na tabela seguinte.

Recurso	Quantidade
Atendente de Entrada/Saída	02
Técnico de Triagem	01
Técnico de Hardware/Software	02
Técnico de empresa autorizada (eventual)	02 (1 Itaotec e 1 Zmax)

Quadro 10: Distribuição de recursos por setor

Fonte: O autor

### 5.1.4. A Simulação



Feita a análise e colocando no simulador, a simulação gerou os seguintes dados, relacionados na tabela abaixo.

Objeto	Mensuração	Quantidade		
		Min	Media	Max
Máquinas que entraram	Quantidade	346	352	361
Máquinas que saíram	Quantidade	303	317	334
Máquinas em Processo	Quantidade	9	19	25
Tempo ativo de processo	Minutos	116	125	131
Tempo de espera do processo	Minutos	11	36	69
Tempo total de processo	Minutos	128	161	198
Taxa de utilização do atendente	%	72	75	78
Taxa de utilização do técnico de triagem	%	42	44	46
Taxa de utilização do técnico de hardware/software	%	52	57	63
Máquinas em Bom estado	Quantidade	294	306	328
Máquinas inservíveis	Quantidade	3	11	20

Quadro 11: Resultados da simulação (média para  $r = 50$ )

Fonte: O autor

Vale ressaltar que grande parte das máquinas ficou presa junto ao setor de troca de peças, que depende muito da frequência a qual o técnico da rede autorizada irá ao setor fazer a substituição das peças.

## 5.2. Cenários Alternativos

### 5.2.1. Contingência de pessoal

Devido as atividades e as intempéries que podem ocorrer, há desfalques no setor de atendimento de campo, o que leva a penalização ou da área interna ou do atendimento externo. Num cenário enxuto, decidiu-se eliminar o técnico de triagem e os



### III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

técnicos de software, tendo conhecimento prévio, passaria a fazer essas atividades, mas mantendo o posto de triagem. Estes partiriam para a solução do problema preenchendo a Ficha Técnica e entregando para a supervisora direta para início da manutenção preditiva. Sendo assim:

Recurso	Quantidade
Atendente de Entrada/Saída	02
Técnico de Hardware/Software	02
Técnico de empresa autorizada (eventual)	02 (1 Itaotec e 1 Zmax)

Quadro 12: Distribuição de recursos por setor (cenário alternativo I)  
Fonte: O autor

Objeto	Mensuração	Quantidade		
		Min	Media	Max
Máquinas que entraram	Quantidade	345	352	361
Máquinas que saíram	Quantidade	301	313	324
Máquinas em Processo	Quantidade	14	21	28
Tempo ativo de processo	Minutos	113	126	133
Tempo de espera do processo	Minutos	18	40	74
Tempo total de processo	Minutos	135	166	206
Taxa de utilização do atendente	%	71	75	78
Taxa de utilização do técnico de triagem	%	-	-	-
Taxa de utilização do técnico de hardware/software	%	76	79	83
Máquinas em Bom estado	Quantidade	291	303	318
Máquinas inservíveis	Quantidade	3	10	20

Quadro 13: Resultados da simulação: Cenário Alternativo I(média para r = 50)  
Fonte: O autor





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Entre os dados relevantes que podemos extrair é que o tempo de processo não aumenta consideravelmente ( $< 1\%$ ) e a taxa de utilização dos técnicos de software não irá causar exaustão ( $< 80\%$ ), porém acaba limitando os atendimentos internos da instituição como todo, pois além de estarem na bancada, estão transitando entre os setores, conforme demanda de chamados internos..

Esse cenário também é relevante no caso do tomador decidir que tenha um técnico exclusivamente para atendimento entre setores, em vez de três (ou até quatro, já que uma das atendentes é técnica), ou ainda enxugar o espaço disponível, podendo eliminar até duas estações da bancada.

## 5.2.2. Eliminação de um dos técnicos autorizados.

Devido a sérios problemas de relacionamento entre a Secretaria e uma das empresas autorizadas, a simulação pode dar liberdade de rescindir contrato e passar a assumir a manutenção desses equipamentos. Colocando no sistema, o intervalo de atendimento da outra empresa nunca é maior ou menor a dois dias. Assumiria então como CONST (2), e os demais equipamentos da outra empresa iria para o mesmo processo das máquinas antigas (existência de spareparts, em caso negativo, canibalização e sucateamento).

Nesse caso, ocorre a mudança de algumas áreas, como por exemplo, percentual de garantia, que cai de 70% para 35%. Tendo feitas as alterações, temos os seguintes dados.

Objeto	Mensuração	Quantidade		
		Min	Media	Max
Máquinas que entraram	Quantidade	345	352	361
Máquinas que saíram	Quantidade	327	340	353
Máquinas em Processo	Quantidade	5	8	12
Tempo ativo de processo	Minutos	115	124	128
Tempo de espera do processo	Minutos	31	71	119





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Tempo total de processo	Minutos	151	196	247
Taxa de utilização do atendente	%	72	76	81
Taxa de utilização do técnico de triagem	%	-	-	-
Taxa de utilização do técnico de hardware/software	%	78	82	85
Máquinas em Bom estado	Quantidade	303	317	331
Máquinas inservíveis	Quantidade	15	22	29

Quadro 14: Resultados da simulação: Cenário Alternativo II(média para  $r = 50$ )

Fonte: O autor

Chama atenção o aumento acima 100% na quantidade de máquinas consideradas inservíveis. Essas máquinas não voltarão ao sistema e estarão disponíveis para doação de peças. Mas essa alternativa não é considerada viável, devido ao valor unitário dos equipamentos, que inviabiliza a aquisição emergencial de novos equipamentos até uma nova licitação.

## 6. Considerações Finais

Assim sendo, temos um quadro comparativo entre os cenários:

Objeto	Mensuração	Quantidade		
		Real	Alternativo I	Alternativo II
Máquinas que entraram	Quantidade	352	352	352
Máquinas que saíram	Quantidade	317	313	340
Máquinas em Processo	Quantidade	19	21	8
Tempo ativo de processo	Minutos	125	126	124
Tempo de espera do processo	Minutos	36	40	71
Tempo total de processo	Minutos	161	166	196
Taxa de utilização do atendente	%	75	75	76





## III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Taxa de utilização do técnico de triagem	%	44	-	-
Taxa de utilização do técnico de hardware/software	%	57	79	82
Máquinas em Bom estado	Quantidade	306	303	317
Máquinas inservíveis	Quantidade	11	10	22

Quadro 15: Comparativo entre os cenários

Fonte: O autor

Deste modo podemos inferir que no cenário alternativo II, obtivemos um quadro com ganhos em máquinas que saíam do sistema bem como o número de máquinas em processo aproveitando ainda a utilização do técnico de triagem de maneira mais adequada. Contudo, um dos pontos a seguir é o aumento no tempo total de processo, que é devido ao aumento de equipamentos que param para aguardar peças e para a troca em si, que devido à retirada de um dos técnicos de autorizada, devido à retirada da empresa, essa troca causou um aumento da taxa de utilização dos técnicos de Hardware/Software, demonstrado também no resultado da simulação. Nesse caso o tomador de decisão terá que definir se quer continuar com o cenário e penalizar o operador ou se remaneja um terceiro técnico, que desafogará o serviço dos outros dois técnicos.





# III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

## 7. Bibliografia

PRADELLA, S.; KIPPER, L.M.; FURTADO, J.C. Uso da simulação em gestão de processos para a busca de maior eficiência e eficácia organizacional. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Outubro. 2011.

DA SILVA, A.K. Método para avaliação e seleção de softwares de simulação de eventos discretos aplicados à análise de sistemas logísticos. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

LAW, A.M.; KELTON, W.D. Simulation Modeling and Analysis. Mc Graw Hill, 3ª Edição. p.292-342, 2000.

KELTON, W.D.; SADOWSKI, R.; ZUPICK, N. Simulation with Arena. Mc Graw Hill, 5ª Edição. p. 37-58, 2009

PRADO, D. Usando o Arena em Simulação. INDG Tecnologia e Serviço Ltda, Belo Horizonte. 3ª edição. p. 34-56, 2004

SEMED – Secretaria Municipal de Educação, Nossa História (2015). Disponível em <<http://semed.manaus.am.gov.br/nossa-historia/>>, 2015

