

ESTUDO DE CONFIABILIDADE A PARTIR DA MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DE FILAS APLICADO A SERVIÇOS DE REPAROS EM REDE EXTERNA DE TELEFONIA FIXA

Rodrigues, P. B. F

Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Av, Universitária 1.440, Setor Universitário - Goiânia-GO
prisbf@hotmail.com

Lima, M. F

Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Av, Universitária 1.440, Setor Universitário - Goiânia-GO
marcyton@gmail.com

Dantas, M. J. P.

Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Av, Universitária 1.440, Setor Universitário - Goiânia-GO
mjpdantas@gmail.com

Machado, R. L.

Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Av, Universitária 1.440, Setor Universitário - Goiânia-GO
drmachado@gmail.com

RESUMO

Esse artigo simula um sistema de reparos em serviço de manutenção de rede de telefonia em região metropolitana do Centro-Oeste. Objetiva-se verificar a confiabilidade em termos de atendimento, por uma equipe de alta performance, onde a premissa é o atendimento em até quatro horas, tempo esse contado da abertura do chamado até o reparo concluído. Para a avaliação da confiabilidade desse sistema foi usado um modelo computacional gerado no software FlexSim, baseado na teoria das filas, para simulação com três estações de regiões diferentes. A simulação do modelo se apresentou como uma forte ferramenta para os estudos e possibilitou um melhor entendimento do sistema para propor alternativas e soluções de melhorias. A proposta do time de alta performance não é reconhecida como confiável ao propósito estabelecido de atendimento em até 4 horas.

PALAVRAS CHAVE. Modelagem e simulação. Teoria das filas. Modelo computacional. Confiabilidade do sistema.

Tópicos S IM – Simulação, SE - PO em Serviços.

ABSTRACT

This article simulates a repair system in telephone network maintenance in the metropolitan area in Brazil Midwest, in order to verify its reliability, by a team of high performance, where the premise is to perform the service in four hours, counting from the opening of the call until the complete repair. For evaluating the reliability of this system it was used a computer model generated in the Flexsim software, based on queuing theory, simulation with three stations in different regions. The simulation model is a strong tool for studies and enabled a better understanding of the system to propose alternatives and improvements solutions.

The proposed high performance team was not recognized as reliable in the established purpose in service within 4 hours.

KEYWORDS. Modeling. Simulation. Queuing theory. Computational model. System reliability.

Paper topics SIM - Simulation , OR in Services.

1. Introdução

A gestão da capacidade produtiva de um sistema está diretamente ligada à sua competitividade no mercado, uma vez que as empresas procuram reduzir seus custos operacionais e explorar a capacidade máxima de seus recursos produtivos. Por isso, torna-se necessário estudar cenários através da simulação do sistema, a fim de conhecê-lo melhor e munir de informações para decisões assertivas e então planejar ações futuras mais eficientes.

Segundo [Slack 2002] “um equilíbrio adequado e voltado para as capacidades e demanda pode gerar altos lucros e clientes satisfeitos, enquanto que o equilíbrio “errado” pode ser potencialmente desastroso”. Portanto, o planejamento da capacidade de um sistema envolve encontrar o equilíbrio entre a demanda e a capacidade instalada disponível. Para isso, faz-se necessário conhecer o comportamento do sistema, através do levantamento dos parâmetros e análise matemática do seu comportamento futuro e possível análise da confiabilidade do sistema instalado como medida de eficiência, em situações em que a demanda é diretamente ligada à necessidade de um serviço disponível.

O escopo desta pesquisa estuda a confiabilidade na manutenção das Linhas de Assinantes (LAs) da rede externa de telefonia fixa. Este serviço é prestado por uma empresa terceirizada a uma concessionária de telefonia em uma região metropolitana do Centro-Oeste brasileiro. O sistema em questão é o TAP (Time de Alta Performance), aonde as reclamações dos clientes vão diretamente para esse time para solucionar o reparo no período de 4 horas desde a entrada do Bilhete de Defeito (BD) gerado pelo *call center* no TAP. Quando um BD é gerado das 17h00 em diante, este serviço fica congelado até o dia seguinte e poderá ser tratado até as 12h00. Após o período de 4 horas ou o período após o meio dia, todos BDs não tratados voltam ao *back log* do sistema comum (intitulado de “balde”). O período estudado é de três meses.

[Galetzka et al. 2006] definem confiabilidade em serviços como sendo o serviço feito certo pela primeira vez. Dada a característica dos serviços de reparo em redes externas de telefonia, a disponibilidade dos serviços de reparo se dá de acordo com o universo de Linha de Assinantes (LA) reparadas, ou seja, a rapidez com que os técnicos fazem o reparo, sendo que há um limite em tempo para essa manutenção ser executada, desde o instante em que o Bilhete de Defeito (BD) é gerado pelo *call center* a partir da reclamação do cliente. Pode-se observar na definição de [Cascone 1992] a mesma ideia de confiabilidade relativa à disponibilidade, ou seja, o quanto o técnico (Operador do Sistema do Cliente - OSC) consegue agir para deixar o sistema disponível no universo de BDs. Da mesma forma [Araújo 2011] entende que a confiabilidade é a possibilidade do sistema estar em funcionamento por um período determinado, no caso daquele estudo, um sistema elétrico de distribuição, bem similar ao objeto do presente artigo. A diferença dos estudos apresentados é a disponibilidade de todo sistema ao cliente. Aqui, o escopo é o universo apenas das reclamações e os respectivos reparos.

[Law 2014] traz uma definição de [Schimdt e Taylor 1970] para um sistema como uma coleção de entidades que devem agir e interagir em busca de uma realização. Para [Law 2014], o que se entende como sistema depende dos objetivos do estudo e a coleção de entidades que determinam um sistema pode ser um subconjunto e fazer parte de um sistema maior. Neste trabalho compreende-se a necessidade de delimitar o sistema para o estudo.

O estudo pretende analisar o sistema de fila de reparo através de simulação e verificar se há possibilidade de tomar ações para melhoria do sistema com base nos dados obtidos das simulações.

O restante do artigo é dividido em 5 partes. A seção 2 propõe uma discussão sobre simulação, modelagem e teoria das filas. A seção 3 aborda a metodologia da pesquisa, discorrendo sobre pesquisa operacional e o modo como os dados são tratados na simulação proposta para o problema aqui abordado em uma empresa de telefonia. A seção 4 aborda especificamente a simulação, mostrando os cálculos efetuados e as considerações. Já a seção 5 trata das discussões e resultados, interpretando sob a luz dos dados e resultados obtidos, além dos autores aqui mencionados. No final, a seção 6 trata sobre a conclusão do artigo, apontando para um arremate em consonância com os objetivos estabelecidos.

2. Revisão da literatura

2.1. Simulação e modelagem

[Bertrand e Fansoo 2002] em seu estudo definem a pesquisa axiomática como uma pesquisa onde o pesquisador elabora um modelo e obtém soluções através deste modelo e uma compreensão melhor da estrutura do problema. Na pesquisa axiomática descritiva o pesquisador constrói um modelo para compreensão, já na pesquisa axiomática normativa o interesse é na solução de um problema através do modelo. A pesquisa empírica normativa é o tipo mais completo por contemplar a conceptualização – modelagem – resolução pela modelagem - implementação.

Segundo [Chung 2004], a modelagem e simulação é o processo de criar e experimentar um sistema físico através de um modelo matemático computadorizado. Neste contexto um sistema é a interação de componentes ou processos que recebem uma entrada e oferecem resultados para algum fim determinado.

[Pereira 2000] assim como [Law 2014] complementa o conceito sustentando que a simulação computacional é a representação de um sistema real através de um modelo, utilizando um computador, trazendo a vantagem de se poder visualizar esse sistema, implementar mudanças e responder a testes do tipo “o que aconteceria se” (*what-if*), minimizando custos e tempo.

Algumas vantagens no uso da simulação são elencadas por [Chung 2004]:

- A experimentação pode ocorrer em um curto período de tempo, em virtude do apoio computacional;
- Menor necessidade de análise, uma vez que os pacotes de *softwares* disponíveis no mercado facilitam a análise dos dados;
- Facilidade da demonstração dos modelos, em virtude da alta capacidade gráfica dos pacotes de softwares disponíveis no mercado para a simulação.

2.2 Características de um sistema de filas

Para [Prado 2009], a Teoria das Filas procura, através de análises matemáticas detalhadas, encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente e seja viável economicamente para o provedor de serviço. Um sistema de filas pode ser descrito como clientes chegando e esperando pelo serviço, se não forem atendidos imediatamente, e saindo do sistema após serem atendidos. O termo cliente é usado de maneira geral e não implica necessariamente num cliente humano.

Segundo [Bronson 1985], para ser estudado, um sistema de filas precisa ser caracterizado em diferentes aspectos:

- Chegadas dos usuários ao sistema: refere-se à frequência das chegadas, normalmente é a média das chegadas por unidades de tempo ou, tempo médio entre as chegadas;
- Sistema de atendimento: refere-se à disponibilidade do sistema, número de centros de atendimentos e a duração do atendimento, o “tempo de atendimento”, sendo necessário conhecer o tempo médio de atendimento e a distribuição e probabilidade da variável que representa o tempo de atendimento. O tempo em que o centro de atendimento fica sem usuário e chamado de “tempo ocioso”;
- Disciplina da fila: significa como os clientes que estão na fila serão chamados para o atendimento.

2.3 Medidas de efetividade de um sistema

Para [Fogliatti 2007] em um sistema de fila a observação das seguintes variáveis faz-se necessária para a avaliação de seu desempenho: número de servidores do sistema; taxa média de chegada de clientes; taxa média de atendimento (serviço) por servidor; número de servidores necessários para o serviço; e taxa de utilização do servidor (ρ), que representa uma medida de congestionamento do servidor:

- a) se $\rho < 1$ então não há congestionamento;

b) se $\rho = 1$ então sistema está em equilíbrio;

c) se $\rho > 1$ então há congestionamento.

Para as medidas de desempenho do sistema, faz-se distinção entre o sistema e a fila. Essas medidas foram inicialmente demonstradas por [Little 1961], conforme Equação 1:

$$\lambda \cdot Wq = Lq \quad (1)$$

Onde:

- Wq = tempo médio de espera na fila;

- Lq = comprimento médio da fila (número de elementos);

- λ = taxa média de chegadas de usuários (unidades por tempo).

[Gianesi e Corrêa 1996] afirmam que as “decisões sobre capacidade incluem a avaliação da capacidade existente; (...) a avaliação econômica, operacional e tecnológica de alternativas de incrementar capacidade; (...) a seleção de alternativas para obtenção de capacidade de obtenção de capacidade adicional”, dentre outras. Empresas prestadoras de serviço sabem sua capacidade para atender o cliente, porém é necessário conhecer o quanto essa capacidade é utilizada, qual sua ociosidade e quanto tempo o cliente espera por atendimento.

3. Metodologia de pesquisa

Trata-se de uma pesquisa operacional baseada em modelagem quantitativa. Segundo [Miguel et al. 2012], um modelo pode ser uma representação de uma realidade, construída para auxiliar tratamento da situação de uma maneira sistemática. A utilização de modelos permite melhor compreender o sistema e identificar problemas, formular estratégias e sistematizar o processo de tomada de decisão.

Segundo [Chwif e Medina 2007], existem três etapas de desenvolvimento de um modelo de simulação: Concepção – Onde deve-se traçar os objetivos e definir o sistema a ser simulado, formular um modelo conceitual; Implementação – formular um modelo computacional; Análise – experimentação do modelo, onde são realizadas várias simulações e analisado os resultados.

Como o foco do artigo é serviço, caso este serviço esteja indisponível, há a necessidade da manutenção corretiva, aqui verifica-se que o cliente necessita de uma ação urgente de reparo para ter a disponibilidade do serviço. O objeto de estudo desta pesquisa envolve o universo de reclamações feitas em três Estações Telefônica (ET) específicas em uma região metropolitana do Centro-Oeste brasileiro. A confiabilidade foi examinada com esta delimitação, ou seja, a partir dos dados das reclamações e dos reparos efetuados.

O artigo propõe utilizar um modelo para estudar o sistema de reparos de Linhas de Assinantes (LAs) da rede externa de telefonia fixa denominado TAP. Este serviço é prestado por uma empresa terceirizada de uma concessionária de telefonia, que forneceu o banco de dados de reclamações feitas em três Estações Telefônica (ET) específicas em uma região metropolitana do Centro-Oeste brasileiro, em um espaço de tempo de três meses de observação (abril a junho de 2015). Foram realizados tratamentos estatísticos nos dados e verificou-se a inexistência de *outliers* que pudessem interferir nos resultados. Este assunto é tratado no capítulo da simulação.

A finalidade desse estudo foi verificar as medidas de desempenho do sistema, consistindo portanto em uma abordagem quantitativa com variáveis coletadas relativas à velocidade de atendimento, tempo entre a chegada e a saída do sistema.

Para mensurar as variáveis e verificar as medidas de desempenho foi utilizado um modelo da teoria de filas, para direcionar a criação de um modelo de simulação, com objetivo de avaliar o atual sistema adotado pela prestadora de serviço.

4. Simulação

4.1. Dados de entrada

Para possibilitar uma análise apropriada da confiabilidade no sistema de reparos, de acordo com o proposto neste artigo é necessário fazer algumas considerações. As taxas de falhas serão as taxas das solicitações de serviços dos clientes, conhecido em telefonia como BDs e as taxas de atendimentos serão as taxas em que os OSCs efetuam os reparos dos BDs, da mesma forma que [Mendes 2005] sugeriu em sua pesquisa. O *back log* (serviço pendente) é, analogamente, a espera na fila.

Tabela 1 – Score das distribuições probabilísticas de tempo entre as chegadas, utilizando o *ExpertFit*

Modelo	Score relativo	parâmetros	
1 - <i>Pearson Type VI</i>	84,09	<i>Lower endpoint</i>	0,00000
		<i>Upper endpoint</i>	1,66141
		<i>Shape #1</i>	0,32101
		<i>Shape #2</i>	2,73200
2 - <i>Gamma</i>	81,82	<i>Location</i>	0,00000
		<i>Scale</i>	1,22862
		<i>Shape</i>	0,27954
3 - <i>Random Walk</i>	81,82	<i>Location</i>	0,27954
		<i>Scale</i>	9,51911E+06
		<i>Shape</i>	2,91168

Fonte: Os Autores (2015)

Tabela 2 – Scores das distribuições probabilísticas da Triagem e da Duração do TAP das ETs 01, 02 e 03 utilizando o *ExpertFit*

ET	Triagem				Duração do TAP			
	Modelo	Score relativo	Parâmetros		Modelo	Score relativo	Parâmetros	
ET 01	1 - Johnson SB	90,79	Lower endpoint	0,0332	1 - Pearson Type VI(E)	87,50	Location	6,1726E-09
			Upper endpoint	19,0698			Scale	591,8151
			Shape #1	1,5501			Shape #1	0,4239
			Shape #2	0,5634			Shape #2	62,7256
	2 - Random Walk(E)	85,53	Location	0,0309	2 - Weibull	85,71	Location	0,0000
			Scale	3,8795			Scale	2,6120
			Shape	0,4732			Shape	0,5589
	3 - Gamma(E)	84,21	Location	0,0333	3 - Johnson SB	83,93	Lower endpoint	0,0000
			Scale	3,3402			Upper endpoint	17,0186
Shape			0,7092	Shape #1			0,7465	
				Shape #2			0,2990	
ET 02	1 - Johnson SB	92,11	Lower endpoint	0,0472	1 - Weibull(E)	90,63	Location	0,0147
			Upper endpoint	18,0016			Scale	3,6084
			Shape #1	1,6597			Shape	0,7467
			Shape #2	0,5905			2 - Johnson SB	89,06
	2 - Random Walk(E)	89,47	Location	0,0590	Upper endpoint	27,5622		
			Scale	3,9642	Shape #1	1,4061		
			Shape	0,5502	Shape #2	0,5530		
	3 - Gamma(E)	84,21	Location	0,0500	3 - Weibull	84,21	Location	0,0000
			Scale	2,8697			Scale	3,7015
Shape			0,7198	Shape			0,7745	
ET 03	1 - Johnson SB	90,79	Lower endpoint	0,0399	1 - Weibull(E)	89,06	Location	0,0039
			Upper endpoint	17,9354			Scale	3,8975
			Shape #1	1,7712			Shape	0,8398
			Shape #2	0,6408			2 - Weibull	85,94
	2 - Random Walk(E)	88,16	Location	0,0387	Scale	3,9126		
			Scale	2,9763	Shape	0,8444		
			Shape	0,5937	3 - Pearson Type VI(E)	78,13	Location	0,0158
	3 - Weibull(E)	82,89	Location	0,0500			Scale	576,1231
			Scale	1,8136			Shape #1	0,7314
Shape			0,8251	Shape #2			99,9644	

Fonte: Os Autores (2015)

Os dados foram obtidos de um banco de dados da empresa prestadora do serviço analisado em um período de três meses. A análise dos dados de entrada é necessária uma vez que na simulação considera-se a aleatoriedade dos processos no modelo. Logo, técnicas estatísticas devem ser aplicadas com objetivo de fornecer qual distribuição de probabilidade se faz mais adequada para representar o padrão dos tempos de execução de processos. Como os dados de entrada são aleatórios, os dados de saídas também serão. Assim, não é possível definir um valor exato, porém é possível definir um intervalo em que se tenha uma probabilidade aceitável em que esteja o valor esperado para ela.

Portanto, esses dados foram transformados em informações, tanto de chegadas como de duração de atendimento, de maneira adequada a serem inseridos no *software* utilizado na investigação, a fim de verificar qual o modelo probabilístico representará o fenômeno aleatório a ser incorporado na simulação.

Esse ajuste de dados a distribuições de probabilidade foi realizado através do aplicativo incorporado no *Flexsim*, o *ExpertFit* 14. Para cada grupo foi escolhida a distribuição com maior *score* obtido. Para entrar os dados do sistema a distribuição foi definida de acordo com Tabela 1. Portanto foi adotada a distribuição *Pearson Type VI*, por apresentar maior *score* relativo de 84,09, para representar a entrada de dados iniciais, conforme tabela 1.

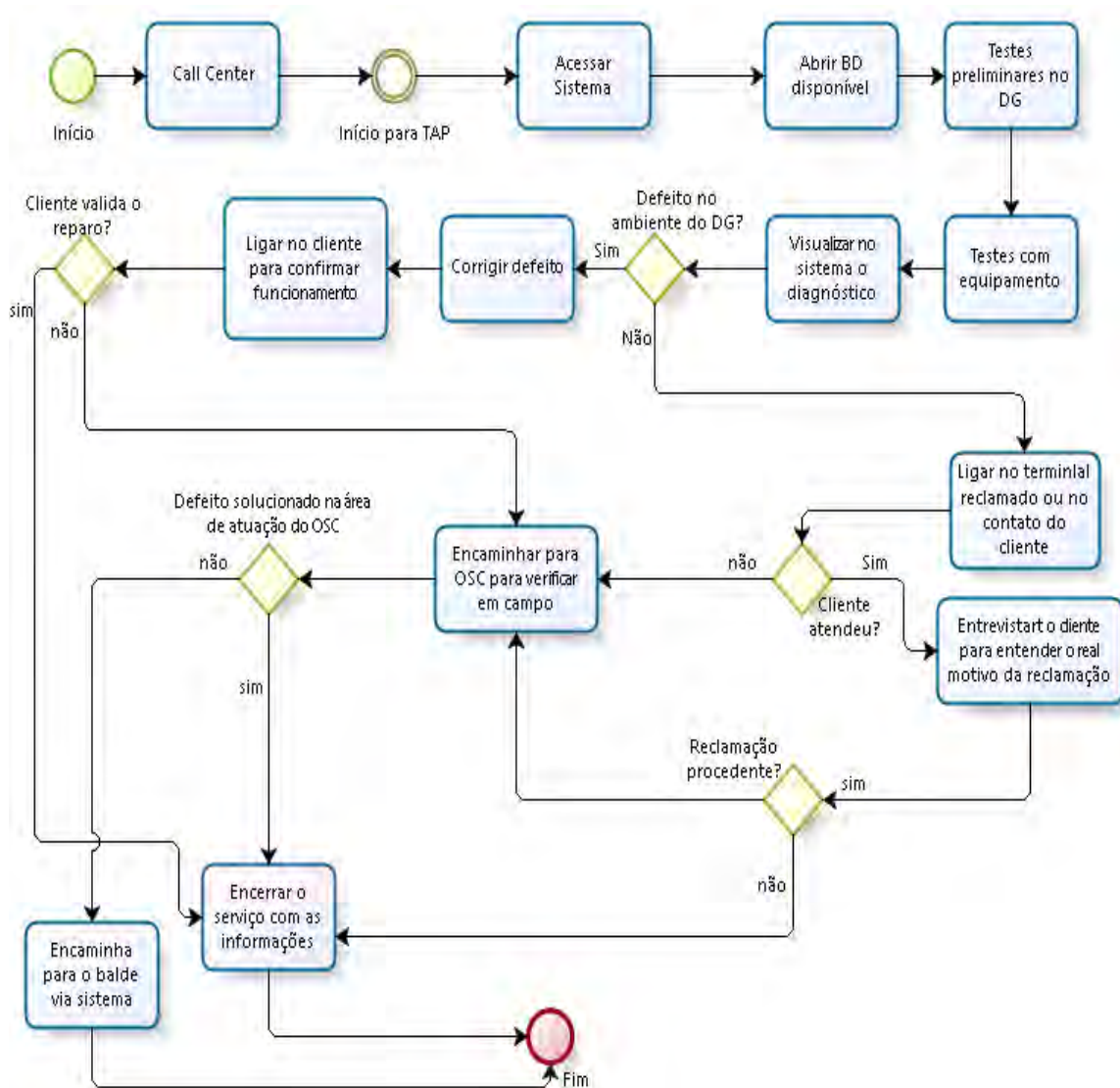


Figura 1 – Fluxograma geral do sistema TAP (elaborado através do *software Bizagi Modeler*)

Para as distribuições dos demais dados da triagem e da duração do atendimento dos técnicos nas ETs, a Tabela 2 mostra quais foram escolhidas e seus respectivos *scores* e parâmetros.

Mais uma vez a escolha para representar a entrada de dados foi relativo ao maior score, obtido através do *expertfit 14*. Para triagem das estações 01, 02 e 03, foi adotado a distribuição *Jhonson SB*. Para a duração no TAP da estação 01 a distribuição que melhor representa a entrada de dados foi a *Pearson Type VI*, já nas estações 02 e 03 a distribuição foi do tipo *Weibull(E)*.

4.2. Modelo Conceitual

O sistema real observado no fluxograma da Figura 1 mostra todos os detalhes desde o atendimento do cliente até o encerramento do reparo no TAP, podendo ser por razão de não ter sido efetuado ou ter sido efetuado e aprovado pelo cliente.

O modelo da simulação deve representar o sistema real, porém a introdução de muitos detalhes pode aumentar a complexidade em demasia da simulação, sem ganhos efetivos para aquilo que se quer investigar, portanto torna-se necessário identificar o que realmente influencia as variáveis de interesse do estudo, os quais estão representadas na Figura 2.

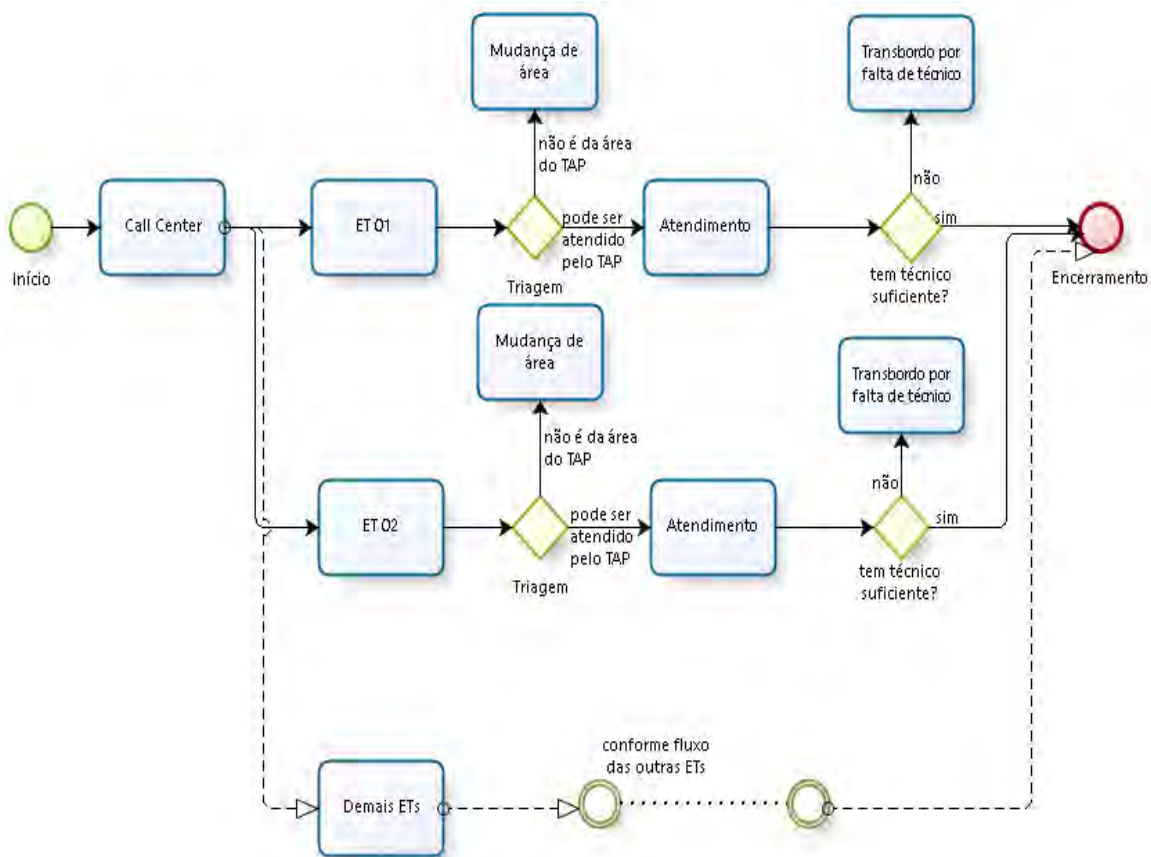


Figura 2 – Fluxograma do modelo conceitual do sistema TAP (elaborado através do *software Bizagi Modeler*)

Portanto, para o presente artigo adotou-se como modelo conceitual o fluxograma apresentado na Figura 2. O modelo é explicado na seção 4.4.

4.3 Modelo computacional

O modelo conceitual foi inserido no *Flexsim* com as distribuições probabilísticas originadas no *ExpertFit*, conforme a Tabela 3. O resultado do gráfico do modelo conceitual pode ser observado na Figura 3.

A chegada descrita na Figura 3 representa os dados gerados relativos às reclamações dos clientes que originam BDs e que são distribuídos pelas ETs. As Filas representam as distribuições por ET, que passam pela triagem e que define quais são os BDs que serão tratados dentro do TAP. Esses BDs seguem pelo TAP, indo ao atendimento ou mudam de área saindo do TAP. No atendimento, caso haja técnico disponível é realizado o reparo e a baixa do BD, caso contrário, há o transbordo do BD, que volta ao sistema normal fora do TAP para atendimento. Nesse sistema fora do TAP o prazo total para atendimento ao cliente é de 24h, contando com o tempo perdido dentro do TAP. Esse processo é repetido em todas ETs.

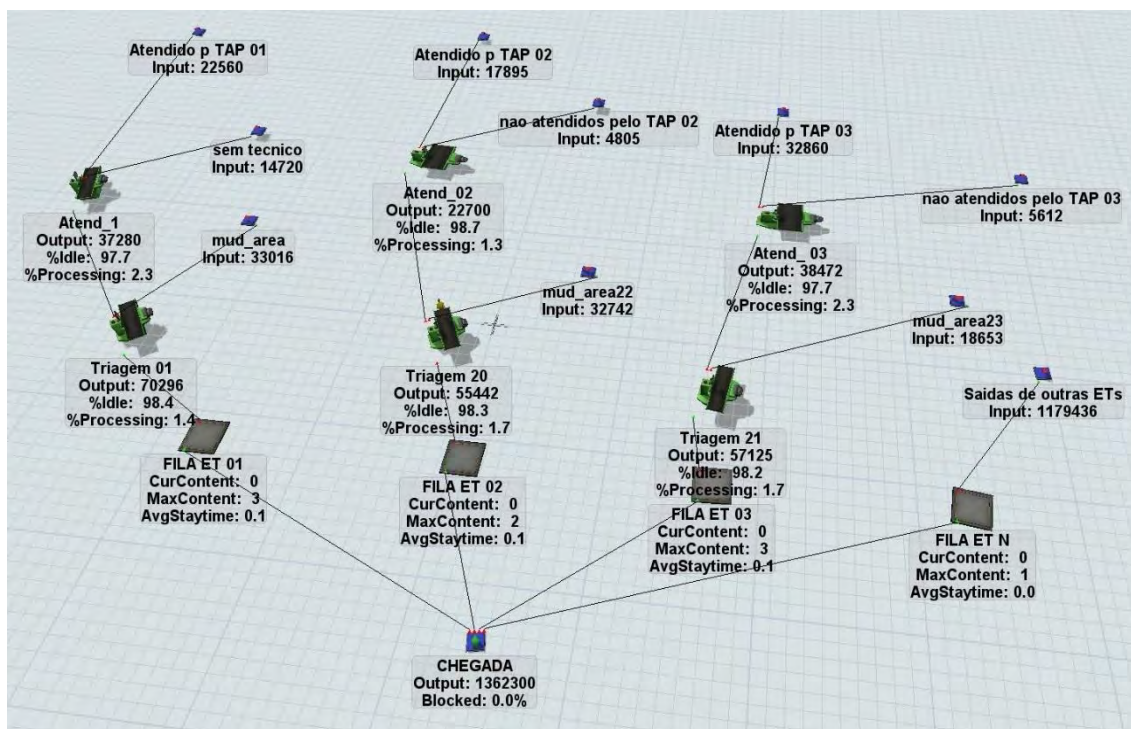


Figura 3 – Modelo conceitual do sistema TAP – Elaborado através do *software Flexim*

Conforme explicado anteriormente, todas as distribuições probabilísticas foram utilizadas nas devidas fases dos processos do sistema TAP. Porém, da chegada para as filas foi distribuída de acordo com o percentual de reparo entrante em cada ET e a fila ET N recebeu a diferença. Estes percentuais estão descritos na Tabela 03.

Tabela 3 – Percentual de entradas em cada ET no trimestre analisado

	Chegada	Fila ET 01	Fila ET 02	Fila ET 03	Fila ET N
Quantidade de BDs	7070	308	288	297	6177
Percentual	100,00%	4,36%	4,07%	4,20%	87,37%

Fonte: Os Autores (2015)

Nas triagens e nos atendimentos as entradas obedecem às distribuições probabilísticas determinadas com maior *score* conforme a Tabela 2, mas as saídas obedecem aos percentuais de acordo com a Tabela 4 e os devidos cálculos de cada saída, como é apresentado na Tabela 4, pois entram 100% dos BDs na Triagem e uma parcela sai do sistema TAP por mudança de área. Do remanescente da triagem forma-se o total entrante no atendimento, onde parte é atendida e encerrada e o restante sai por falta de técnico, sendo inseridas no “balde”.

Tabela 4 – Percentual de saídas da Triagem e do atendimento em cada ET

ET	ação	Triagem		ação	Atendimento	
		Qtde.	%		Qtde.	%
ET 01	Total	308	100,00%	Total	164	100,00%
	TAP	164	53,25%	encerra OK	99	60,37%
	mud. de área	144	46,75%	sem técnico	65	39,63%
ET 02	Total	288	100,00%	Total	119	100,00%

ET 03	TAP	119	41,32%	TAP	94	78,99%
	mud. de área	169	58,68%	sem técnico	25	21,01%
	Total	297	100,00%	Total	200	100,00%
	TAP	200	67,34%	TAP	170	85,00%
	mud. de área	97	32,66%	sem técnico	30	15,00%

Fonte: Os Autores (2015)

Foram simulados 8.640 horas (1 ano) do sistema em estudo. Como validação do sistema computacional foram gerados os quantitativos calculando-se percentualmente as quantidades de BDs relativas ao trimestre (2427 horas). A Tabela 5 mostra os percentuais dos erros em cada ET. O erro foi obtido entre o ajustado e o real.

Tabela 5 – Erros percentuais dos itens gerados

	Quantidade de BDs - real (3 meses)	Quantidade de BDs do modelo (1 ano)	Quantidade de BDs do modelo - ajustado (3 meses)	Erro %
Horas totais	2427	8640	2427	-
Chegada total	7070	27780	7803	10,37%
ET01				
Fila	308	1205	338	9,90%
Mud. área	164	660	185	13,05%
atendidos	99	394	111	11,79%
ET02				
Fila	288	1105	310	7,78%
Mud. área	169	649	182	7,87%
atendidos	94	352	99	5,19%
ET03				
Fila	297	1147	322	8,48%
Mud. área	97	373	105	8,02%
atendidos	170	641	180	5,92%

Fonte: Os Autores (2015)

Pode se observar, na tabela 05 que o maior percentual de erro encontrado foi da ordem de 13,05%, na mudança de área da ET número 1. Portanto o modelo foi considerado satisfatório para representar a realidade e simular cenários futuros.

5. Resultados e discussões

Cada ET individualmente precisa atender cada BD em um tempo máximo de 4h para atender a premissa do sistema TAP. O modelo construído a partir dos dados obtidos e das análises e definições das distribuições, tanto probabilísticas quanto percentuais aleatórias, possibilitam enxergar o funcionamento do sistema com um universo maior de entrada de BDs e verificar se o sistema TAP tende a se estabilizar em algum momento e com qual tempo de atendimento dentro do TAP e o tempo total, descontando os BDs que voltaram ao “balde”.

A Tabela 6 traz os resultados de saída do *FlexSim* relativos aos tempos de cada ET estudada em suas etapas: Fila, Triagem e Atendimento.

Tabela 6 – Saídas do *FlexSim* em horas

	Fila	Triagem	Atendimento TAP	Total
ET 01	4,4955	2,7519	4,3958	11,6433
ET 02	2,6957	2,8066	4,1189	9,6212
ET 03	4,2721	3,4439	4,2072	11,9233

Fonte: Os Autores (2015)

Com os dados obtidos da simulação é possível calcular os parâmetros de desempenho do sistema TAP, objeto desta pesquisa. Vale ressaltar que o tempo total desde a abertura até o atendimento é menor que as 24 horas estabelecidas pela concessionária do sistema de telefonia, apesar das 4 horas de atendimento pelo TAP não serem atendidas, conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Parâmetros de desempenho do sistema TAP em horas

parâmetros:	média de espera na fila pelo cliente	tempo do sistema TAP	utilização média
ET 01	0,3351	4,3958	0,3348
ET 02	0,2129	4,1189	0,2126
ET 03	0,3764	4,2072	0,3764

Fonte: Os Autores (2015)

O tempo aceitável de espera para o reparo no sistema TAP em questão é de 4h, que é o tempo de espera do cliente até o reparo estar concretizado desde a entrada da reclamação do BD no TAP. Pode ser observado, conforme Tabela 7, que o tempo do sistema em todas as ET é um pouco maior que as 4h, não sendo possível afirmar que o sistema esteja estável, porém pode ser observado que a utilização do sistema em todas as ET é menor que 37%. Ou seja, o OSC, dentro do sistema, fica ocioso relativamente ao atendimento do reparo por quase 63% do tempo. Este tempo ocioso inclui deslocamento, tratamento do BD antes do efetivo reparo e o próprio ócio, necessitando de estudos posteriores, a fim de separar o percentual de cada variável.

6. Conclusões

A equipe desenhada para essa atividade chamada de Time de Alta Performance (TAP) tem em suas premissas a necessidade de atender os BDs em 4 horas a partir da sua entrada no TAP, o que nessa configuração do sistema não é atendida, sendo o valor médio encontrado na simulação de todas as ET de 4,24h. O que se observa é uma velocidade razoável em média em todas as ET para atendimento do cliente, em até 3,93h. A espera por atendimento ao chegar no TAP é, em média, 0,31h.

Conforme entendimento de confiabilidade de reparos apresentado neste artigo, o sistema não se mostra confiável para os parâmetros estabelecidos.

No objeto de estudo do presente artigo foi considerado o tempo de espera desde a chegada ao TAP até o reparo, mas o tempo em que o usuário fica esperando desde a reclamação até a chegada ao TAP não é considerado. Vários fatores deverão ser estudados e podem ser fonte de futuras pesquisas para observar o impacto real do período noturno sem atividades, como por exemplo, o fato dos BDs continuarem entrando e não haver atendimento, o que pode causar aumento no tempo total de espera do usuário e uma sobrecarga dos OSCs no período da manhã.

O modelo adaptado para o presente estudo pode ser utilizado para variações de valores na planilha original dos dados e verificar a possibilidade de alternativas para melhoria desse atendimento. Com base no conhecimento dos processos, examinar as opções técnicas e de gestão para implantar novas alternativas. É possível, então, coletar novos dados e fazer novas simulações e verificar a nova confiabilidade após as alterações técnicas. Com novos dados e

novas simulações pode-se novamente repetir o processo e obter novas melhorias. Os custos de cada ação dentro do processo geralmente são conhecidos ou estimados e com base nestas informações pode-se incrementar as simulações e cenários para buscar melhor equilíbrio entre custos e confiabilidade.

Agradecimento

À FAPEG, pelo seu apoio irrestrito à essa pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Elias G. Confiabilidade aplicada a sistemas elétricos industriais. 2011. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2011.

BERTRAND, J.W.M. e FANSOO, Jan C. Modelling and Simulation – Operations management research methodologies using quantitative modeling. *International Journal of Operations & Production Management*, v.22, n.3, p.241-264, 2002.

BRONSON, Richard. *Pesquisa Operacional*. São Paulo: McGraw Hill, 1985.

CASCONE, Nicésio R. Metodologia para análise e otimização da confiabilidade, da manutenibilidade e da disponibilidade de um processo contínuo de produção. 1992. 237 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

CHUNG, C. A. *Simulation modeling handbook: a practical approach*. Florida: CRC Press, 2004.

CHWIF, Leonardo; MEDINA, Afonso C. *Modelagem e simulação de eventos discretos, teoria & aplicações*. Segunda edição. São Paulo, 2007.

FOGLIATTI, Maria Cristina; MATTOS, Néli Maria Costas. *Teoria de Filas*. Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

GALETZKA, Mirjam; VERHOEVEN, Joost W.M. e PRUYN, Ad T.H. Service validity and service reliability of search experience and credence services: a scenario study, *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 17 No. 3, p. 271-283. Set. 2006.

GIANESI, Irineu G.N. e CORRÊA, Henrique L. *Administração Estratégica de Serviços*. São Paulo, Atlas, 1996

LAW, Averill. *Simulation Modeling and Analysis*. 5. Ed. Estados Unidos da América: McGraw Hill, 2014.

LITTLE, J.C.: "A Proof of the Queueing Formula $L = W$ ". *Operations Research*, No. 9, p. 383-387, 1961.

MENDES, Alexandre Cottini. *Aplicação da Simulação de teoria de filas nos estudos de confiabilidade e otimização de equipes de manutenção*. XX Congresso Brasileiro de Manutenção - ABRAMAN, 2005.

MIGUEL, P.A.C. *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. Rio de Janeiro, Elsevier: ABEPRO, 2012.

PEREIRA, I. C. Proposta de sistematização da simulação para fabricação em lotes. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UNIFEI, Itajubá/MG, 2000.

PRADO, Darci. Teoria das Filas e da Simulação. V2.4. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial. Série Pesquisa Operacional, 2009.

SCHIMDT, Joseph W. e TAYLOR, Robert E. Simulation and Analysis of Industrial Systems. Ed. Richard D. Irwin, Illinois, 1970.

SLACK, Nigel et al. Administração da produção. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.