

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS FILAS EM UMA EMPRESA LOCAL

Vivianny Crisley Gomes da Costa Melo (Ufersa)

vivicrisley@hotmail.com

Danielle Santos de Azevedo (Ufersa)

danielleazevedojs@hotmail.com

Julia Dantas Basilio (Ufersa)

julia_d_basilio@hotmail.com

Vanessa Dantas de Souza (Ufersa)

vanessadantas.13@hotmail.com



Atualmente, existem diversas formas de atendimento que as empresas utilizam buscando atingir a satisfação dos seus clientes. Com o avanço da tecnologia, foi possível implementar o atendimento telefônico, o atendimento online, o atendimento via e-mail e aplicativos diversos e outros. Mesmo assim, há uma preferência dos clientes para atendimentos presenciais. Nesse contexto, nosso trabalho visa aplicar a teoria das filas em uma empresa que possui esse tipo de atendimento, mas segmentado por departamento e com filas de esperas existentes. Assim, foi elaborado o modelo conceitual aplicando a técnica do IDEF-SIM e, posteriormente, efetuada a transição deste modelo para o computacional, utilizando o software Anylogic, o que permitiu simular a realidade atual e propor a unificação dos departamentos como melhoria. Ao simular o modelo proposto, foi possível identificar uma diminuição no tempo de espera para ser atendimento bem como na quantidade de funcionários ocasionando assim, uma diminuição dos custos da empresa.



Palavras-chave: Simulação, modelagem, teoria das filas, IDEF-SIM

1. Introdução

Visando satisfazer os objetivos estratégicos atendendo as necessidades existentes, as empresas vêm se tornando mais dependentes da tecnologia de informação já que as mesmas possibilitam uma simplificação dos processos internos e melhorias da eficiência (BARTOLINI et al., 2009).

Um dos itens que contribuem para essa dependência é a simulação que está, cada vez mais, conquistando o seu espaço uma vez que agrega, significativamente, para a visualização de melhorias no processamento das estações de trabalho em modelos computacionais (FREITAS FILHO, 2008).

Segundo Rock (2011), para obter esse processamento faz-se necessário a integração entre simulação discreta e sistema de controle, sendo este um exemplo claro da tecnologia aplicada na realidade, permitindo considerar o comportamento dinâmico e estocástico do ambiente. Essa integração objetiva representar o processo real em um modelo de simulação que, na maioria das vezes, é similar ou idêntico ao real e que leva em consideração os fatores como tempo, por exemplo.

Zhang (2010) expõe que várias manipulações podem ser realizadas no sistema simulado sem alterar o processo existente. Diante disso, é possível entender qual a melhor alteração a ser aplicada em termos de redução de custos e risco, sendo esta uma das justificativas para o surgimento da tomada de decisão.

Cada projeto é considerado exclusivo devido às peculiaridades de cada um deles, segundo Harrel et al. (2002) e, por esse motivo, é importante que ocorra a adoção de metodologia que sirva de auxílio no desenvolvimento do modelo computacional agregando em mais segurança ao trabalho efetuado. Esse auxílio são técnicas que facilitam a visualização e interpretação do sistema estudado. Logo, trata-se de esquemas, expressões verbais e outros que exponham as funções e regras estabelecidas de acordo com Sargent (2007).

2. Referencial teórico

2.1. Simulação computacional

Pode entender por simulação, um modelo computacional que representa o sistema real, possibilitando a realização de experimentos e avaliação dos resultados dos mesmos, sem interferir no modelo real, afirma Law e Kelton (2000).

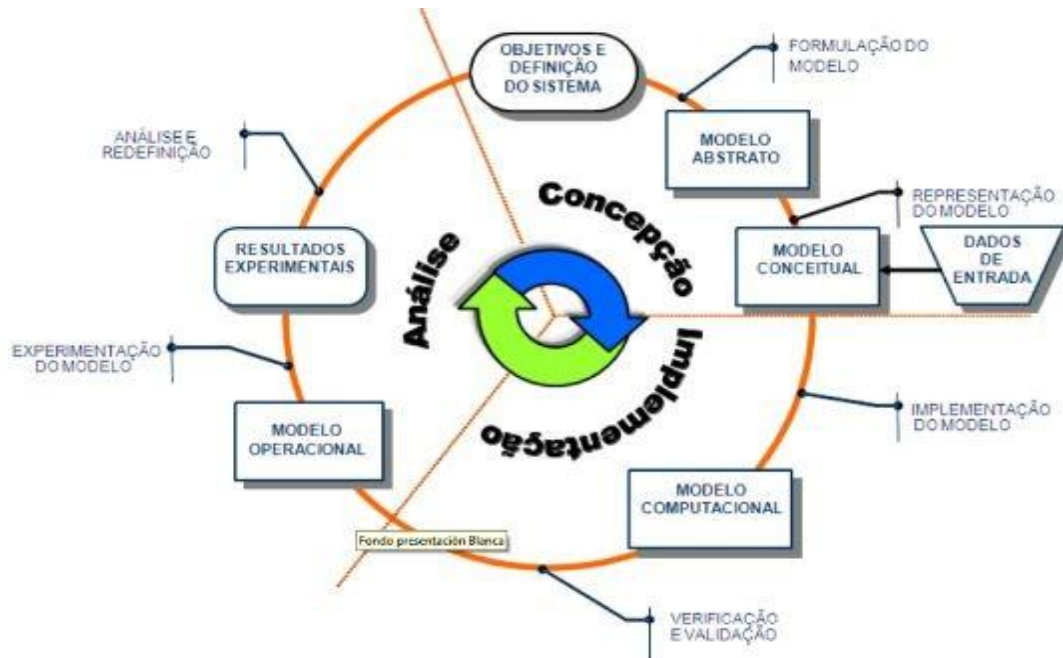
Já para Banks et al. (2000), um modelo de simulação é equivalente a um modelo científico que possui como etapas a formulação de hipótese, seguida pela preparação e testes do experimento, para que então seja possível efetuar a validação da mesma através dos resultados alcançados.

No entanto, para realizar avaliação e observar se as alterações contribuíram com melhorias, faz-se necessário, inicialmente, conhecer o funcionamento do processo, identificar os problemas, estipular os objetivos e expectativas existentes. Posteriormente, deve ocorrer a coleta de dados e criação do modelo conceitual que atenda a todas as questões anteriores. Assim, torna-se possível aplicar um modelo computacional, utilizando um software com linguagem própria de simulação, para averiguar se a operação atende às necessidades identificadas, sendo esta uma vantagem da simulação (CHWIF e MEDINA, 2010).

Tal averiguação é composta por duas etapas: a validação, para verificar se o modelo representa o modelo real, e verificação, que busca comprovar se o modelo computacional representa corretamente o conceitual (CHWIF e MEDINA, 2010).

Um projeto de simulação é segmentado em três fases: concepção, implementação e análise. Tais fases são apresentadas na figura 1 a seguir conforme Chwif & Medina (2010).

Figura 01 - Metodologia de Simulação.



Fonte: Chwif & Medina (2010).

A primeira fase, de acordo com Chwif & Medina (2010), trata-se da definição do escopo do modelo com o máximo de detalhamento possível e, desta forma, torna-se viável a coleta de dados como, por exemplo, cito as informações sobre os tempos, as regras existentes, a lógica utilizada, os recursos disponíveis e o processo. A partir disso, o modelo pode ser criado e assim ocorrer a identificação e ordenação das atividades envolvidas no processo, permitindo a construção de um modelo conceitual cuja simulação gráfica seja próximo da situação real.

Seguidamente, ocorre à implementação da modelagem em um software acarretando na análise de dados, verificação e validação do modelo proposto. Logo, a validação indica se o modelo simulado comporta-se como o real e a verificação testa se o modelo computacional foi desenvolvido corretamente (CHWIF & MEDINA, 2010).

Portanto, ainda conforme Chwif & Medina (2010), entende-se que após as duas fases o modelo torna-se operacional de forma que, ao rodá-lo, é considerado se o regime é transitório ou permanente principalmente para a extração de conclusões na qual o modelo deve ser executado a diversas vezes, de acordo com o grau de confiança trabalhado.

2.2. Teoria das Filas

O congestionamento de clientes em filas para obtenção ou a efetivação do pagamento de mercadorias, de serviços sejam eles telefônicos, bancários, conexão de internet ou a formação de filas de tarefas que precisam ser realizadas por um equipamento, no caso de uma impressora, passa a ser um problema essencial com que a administração de um negócio deve saber administrar, pois o tempo que se gasta em uma fila é um dos fatores que reflete a qualidade do atendimento de um estabelecimento comercial, de alguém que presta serviço ou até mesmo de um equipamento (FIGUEIREDO; ROCHA, 2010).

A aleatoriedade pode ser amenizada introduzindo métodos que confirmem a real capacidade ociosa de um sistema, este método pode ser a teoria das filas por mensurar o quanto o sistema que passou por avaliação encontra-se ocioso (DUARTE; PINTO; LEMES, 2008).

No entendimento de Doile (2010), cada tipo de fila permite vantagens e desvantagens em virtude das várias possibilidades de chegada do cliente, do processo de serviço oferecido, da disciplina e da forma da fila. Um fornecedor de serviço deve saber gerenciar a formação de filas para que o cliente não fique esperando por muito tempo para ser atendido, para não causar um impacto negativo em relação a qualidade do serviço. Dessa forma, os serviços oferecidos devem garantir que o cliente tenha uma percepção positiva em relação ao serviço prestado.

De acordo com Leal (2003), para reduzirem o tempo de espera nas filas de banco, o PROCON de alguns estados brasileiros estabeleceu leis que definem o tempo máximo no qual um cliente deve permanecer em uma fila para que as instituições infratoras devam ser punidas. Para tanto, cidades mineiras por meio da lei n° 14.235, de 26 de abril de 2002, definiram como tempo máximo de permanência do cliente em uma fila como sendo quinze minutos, acarretando advertência escrita as repartições que não cumprirem a lei, multando-as em R\$ 5.320 para reincidentes. Em decorrência desse fato os bancos passaram a gerenciar melhor suas filas.














Nesta linha, para Kira, Magalhães e Oyagawa (2006), as centrais de atendimento são exemplos de sistemas de filas e têm se tornado parte importante no relacionamento entre as empresas e seus clientes, por refletir o tempo de espera para ser atendido, o número de pessoas a serem atendidas e quantidade de servidores ociosos.

2.3. IDEF-SIM

O IDEF-SIM é uma das técnicas que é a identidade lógica da aplicação. Tal técnica foi proposta por Leal, Almeida e Montevechi (2008) e propõe os seguintes benefícios: auxílio no processo de validação do modelo conceitual permitindo um maior entendimento do modelo, registro das lógicas utilizadas e economia do tempo utilizado na modelagem computacional.

Essa técnica é agregada do IDEF0 e IDEF3 que são técnicas originadas do business Process Modeling, o BPM, que facilita a interpretação dos símbolos. A figura 2 representa as simbologias e as suas respectivas funções de cada item que é utilizado no IDEF-SIM.

Figura 2 - Simbologia utilizada na técnica IDEF-SIM.

Elementos	Simbologia	Técnica de origem	
Entidade		IDEF3	
Funções		IDEFØ	
Fluxo da entidade		IDEFØ e IDEF3	
Recursos		IDEFØ	
Controles		IDEFØ	
Regras para fluxos paralelos e/ou alternativos	 &	Regra 'E'	IDEF3
	 X	Regra 'OU'	
	 O	Regra 'E/OU'	
Movimentação		Fluxograma	
Informação explicativa		IDEFØ e IDEF3	
Fluxo de entrada no sistema modelado		-	
Ponto final do sistema		-	
Conexão com outra figura		-	

Fonte: Leal, Almeida e Montevechi (2008)

Descrevendo cada elemento presente na figura 2, de acordo com Leal, Almeida e Montevechi (2008), temos:

1. Entidade: representa os itens processados no sistema como, por exemplo, produtos, pessoas e outros;
2. Funções: é a representação do local que a entidade irá sofrer algum tipo de ação;
3. Fluxo da entidade: serve para direcionar a entidade;

4. Recursos: podendo ser representados por pessoas ou equipamentos, eles são os elementos que são responsáveis pela movimentação das entidades e execução das funções;
5. Controles: se trata das regras aplicadas nas funções do modelo;
6. Regras para fluxos paralelos e/ou alternativos: tais regras também são conhecidas como junções;
7. Movimentação: se refere aos deslocamentos realizados pela entidade;
8. Informação explicativa: quando se faz necessário realizar a inserção de uma explicação no modelo, utiliza-se esse elemento que visa facilitar o entendimento de tal inserção;
9. Fluxo de entrada no sistema modelado: é a definição da entrada das entidades;
10. Ponto final do sistema: trata-se do final de um caminho existente no modelo;
11. Conexão com outra figura: é a divisão do modelo em figuras distintas.

3. Metodologia

Para realizar este trabalho, foi preciso utilizar pesquisas que é a realização de ações para descobrir, para conhecer algo, conforme explica Barros e Lehfeld (2007) que também explicam que efetuar uma pesquisa é um fato natural e necessário aos indivíduos. Porém, para se alcançar a qualificação de uma pesquisa científica, ela deve empregar a “utilização da metodologia científica e de técnicas adequadas para a obtenção de dados relevantes ao conhecimento e a compreensão de dado fenômeno”.

Cervo, Bervian e Silva (2007) expõe a classificação de uma pesquisa que pode ocorrer quanto a sua natureza e quanto ao seu procedimento. No que se refere à natureza, ela se ramifica em um “trabalho científico original” e um “resumo do assunto”. Já em relação ao procedimento

tem-se a pesquisa bibliográfica, a pesquisa descritiva e a pesquisa experimental. Neste estudo, a classificação adotada foi a do procedimento com as pesquisas bibliográficas e descritiva.

A pesquisa bibliográfica se utiliza de informações contidas em material gráfico, sonoro e informatizado, nos quais estão expostos os temas trabalhados por estudiosos afirma Barros e Lehfeld (2007). Complementando, o seu objetivo é buscar “conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado sobre determinado assunto, tema ou problema” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

A pesquisa descritiva tem o objetivo crucial de descrever características de determinada população, fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis, assim, uma de suas características mais importantes encontra-se na utilização de técnicas padronizada de coleta de dados (GIL, 1999). Essa técnica caracteriza a pesquisa de campo, que exige a observação e exploração por parte do investigador, de forma que os dados possam ser coletados diretamente no local em que ocorreram ou surgiram os fenômenos. Ferrari (1982) citado por Barros e Lehfeld (2007) expõe que:

‘A pesquisa de campo propriamente dita não deve ser confundida com a simples coleta de dados (...) é algo mais que isso, por exige contar com controles adequados e com objetivos preestabelecidos que discriminam suficientemente o que deve ser coletado’.

É válido observar que a pesquisa de campo permitiu o acesso a todos os dados necessários para que a análise fosse realizada.

4. Aplicação

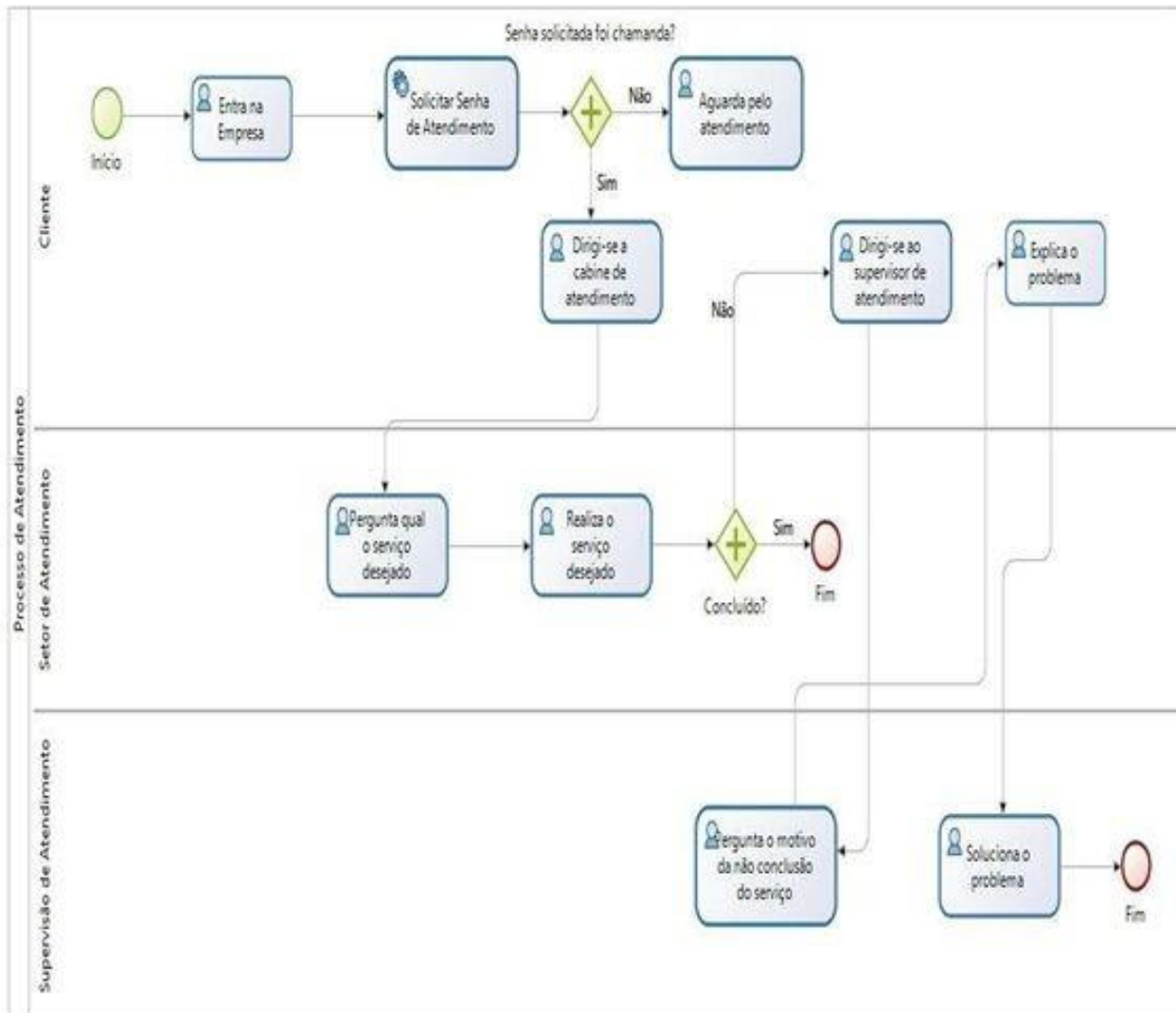
4.1. Funcionamento do Processo

Esse estudo foi iniciado pelo conhecimento do processo atual conjuntamente com o fluxo de informações e movimentações dos usuários. Desta forma, efetuamos o desenho do processo existente que se inicia com a entrada no cliente na empresa, onde o mesmo deve solicitar uma senha de atendimento, para assim adentrar no processo de atendimento. Em posse da senha, o cliente verifica se a mesma já foi chamada. Em caso negativo, o mesmo se dirige ao local de

espera disponibilizado pela empresa. Porém, no instante que chega a sua vez, a senha que o mesmo possui será chamada e, dessa forma, ele poderá se dirigir à cabine de atendimento disponível.

Nessa etapa, é finalizado o tempo de espera na fila e iniciado o tempo de atendimento onde o atendente busca providenciar o serviço solicitado. Na sequência, o cliente analisa se obteve a solicitação atendida e, se sim, sai da empresa encerrando assim o tempo de atendimento e sendo um a menos na fila, conforme processo descrito na figura 3 a seguir.

Figura 3 - Funcionamento do Processo

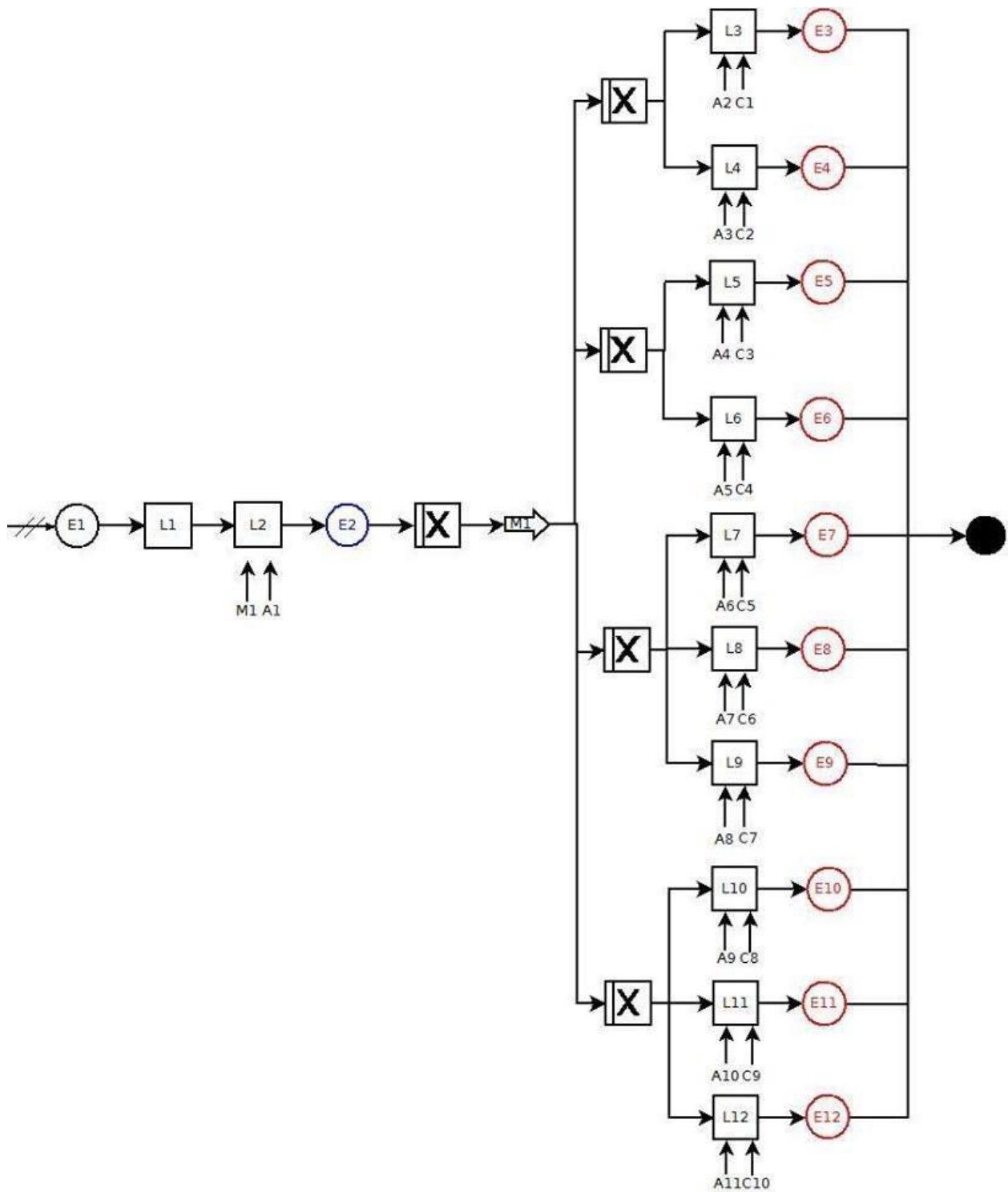


Fonte: Elaborado pelas autoras (2016).

Em algumas situações, o atendimento não é concluído na etapa citada acima, fazendo com que seja necessária a participação do supervisor e, desta forma, o processo continua pois o cliente se dirige ao supervisor que irá iniciar o seu atendimento e assim providenciar a solução para a questão exposta pelo cliente e, somente ao finalizar, é que o cliente conclui o fluxo de atendimento.

Diante desse processo, foi possível construir a identidade lógica da aplicação, também conhecido como fluxograma IDEF-SIM que está representado na figura 4.

Figura 4 - Fluxograma IDEF-SIM



Fonte: Elaborado pelas autoras (2016).

Podemos citar alguns itens que compõem o fluxograma como as entidades, que representam as pessoas, com os seus respectivos fluxos e os locais que as mesmas sofrem alterações, as funções. Além destes, se faz presente também os recursos que movimentam as entidades e executam as funções bem como as regras para os fluxos paralelos e o ponto final do sistema.

Para a simulação do processo de um sistema real e hipotético de atendimento em uma empresa de telecomunicação, foi utilizada uma ferramenta para análise dos dados de entrada denominada EasyFit e para a modelagem computacional foi utilizado um software de apoio a simulação o Anylogic em sua versão acadêmica. O software Anylogic que no entendimento de Fernandes (2008), é a primeira e única ferramenta de simulação a agrupar, em uma única linguagem de modelação e em um único ambiente de desenvolvimento, a abordagem de sistemas dinâmicos, de eventos discretos e a baseada em agentes. O AnyLogic baseado em Java e na Eclipse Framework tem sido muito utilizado por inúmeras empresas durante a análise de dados e de gráficos durante uma simulação.

O AnyLogic é um dos pacotes comerciais criados pela empresa XJ Technologies na Rússia que oferece determinadas funcionalidades para o desenvolvimento de modelos fundamentados em agentes. Usa a linguagem Java e permite ao mesmo tempo a elaboração de modelos baseados em abordagens da simulação de Eventos Discretos e da Dinâmica de Sistemas. De acordo com as aplicações mencionadas pelo fornecedor, pode ser destacado os estudos sociais, o planejamento, a otimização de fluxos, as redes de telecomunicações, entre outras. (SAKURADA; MIYAKE, 2009).

4.2. Simulação do Sistema Atual

Para a realização da Simulação do Sistema Atual, foi obtida do sistema eletrônico da empresa uma amostra de 600 clientes, os quais passaram pelas 4 equipes de atendimento da empresa, objeto de estudo, no período das 9h às 12h durante 10 dias do mês de outubro de 2016.

No sistema atual analisado existem quatro setores distintos na empresa que são responsáveis por diferentes tipos de atendimento, são eles: comercial, negociação, suporte técnico e emissão de segunda via.

Após o cliente retirar a senha que indica para qual setor deve se dirigir, ele deve seguir para a fila a qual ele deseja o atendimento específico, onde pode ser chamado por um dos dois funcionários que estiverem trabalhando (se for o setor Comercial ou de Negociação), ou por um dos três funcionários (caso seja o Departamento do Suporte Técnico ou de Emissão de Segunda Via), conforme vimos no Fluxograma da Figura 4. Desse modo, constata-se que após a retirada da senha existem quatro filas paralelas, as quais direcionam os clientes para serviços distintos.

Desse modo, foi obtido o tempo entre chegadas dos clientes para cada setor, assim como o tempo de atendimento, os quais podem ser vistos no Apêndice nas Tabelas 01, 02, 03 e 04. Com base nisso, obtemos com auxílio do software EasyFit, as distribuições das probabilidades tanto para o tempo entre chegadas dos clientes como para o tempo de atendimento de cada setor de serviços. Utilizando assim, os parâmetros fornecidos pelo EasyFit para o auxílio da Modelagem Computacional no Anylogic, os quais podem ser observados nas figuras 5, 6, 7 e 8.

Figura 5 - Departamento Comercial

Atividade	Distribuição	Parâmetros
Entrada do Cliente	<u>Gumbel Max</u>	$\sigma=1,2635$; $\mu=0,83445$
Atendimento do Cliente	Laplace	$\lambda=0,5306$; $\mu=0,94$

Fonte: Elaborado pelas autoras (2016).

Figura 6 - Departamento de Negociação

Atividade	Distribuição	Parâmetros
Entrada do Cliente	<u>Gumbel Max</u>	$\sigma=1,3306$; $\mu=0,76885$
Atendimento do Cliente	<u>Lognormal</u>	$\sigma=0,54167$; $\mu=0,4206$

Fonte: Elaborado pelas autoras (2016).

Figura 7 - Departamento do Suporte Técnico

Atividade	Distribuição	Parâmetros
Entrada do Cliente	<u>Gumbel Max</u>	$\sigma=1,49$; $\mu=0,7104$
Atendimento do Cliente	<u>Lognormal</u>	$\sigma=0,5511$; $\mu=0,447$

Fonte: Elaborado pelas autoras (2016).

Figura 8 - Departamento de Emissão de Segunda Via

Atividade	Distribuição	Parâmetros
Entrada do Cliente	<u>Gumbel Max</u>	$\sigma=1,3956$; $\mu=0,7783$
Atendimento do Cliente	<u>Lognormal</u>	$\sigma=0,54878$; $\mu=0,42288$

Fonte: Elaborado pelas autoras (2016).

Na Modelagem Computacional foi possível observar que o único setor que formava uma fila considerável foi o setor de Negociação, pois é o que atualmente apresenta a maior demanda e um dos que possui a menor quantidade de funcionários atendendo (apenas dois). Enquanto que o setor comercial é o que é menos demandado. Ocasionalmente assim, uma sobrecarga dos atendentes do setor de Negociação quando comparados com os demais setores. Percebendo com isso, que poderiam ser remanejados funcionários para esse departamento ou treinados colaboradores para serem multifuncionais visando diminuir a ociosidade, bem como a

utilização de funcionários de modo constante. Ou, possivelmente, ser reduzido o número de trabalhadores nos demais setores reduzindo o custo com os funcionários.

4.3. Proposta de Melhoria

Ao simular o modelo atual identificou-se que o segundo departamento é o que está formando fila. Os demais estão executando os atendimentos sem apresentar fila de espera. Logo, subentende-se que há duas possíveis soluções para agilizar o atendimento. A primeira delas seria contratar mais um colaborador para tal departamento aumentando os custos tanto com recursos como com salários e encargos. A outra opção seria estudar a possibilidade de utilizar os colaboradores dos demais departamentos, que estiverem ociosos, para ajudar no atendimento do departamento dois.

4.4. Simulação da Proposta de Melhoria e os Resultados

Analisando o percentual de utilização dos atendentes através dos tempos médios, foi constatado que existe ociosidade entre alguns, com isso, buscando melhorias no atendimento foi elaborada a simulação de um cenário alternativo com a finalidade de comparar com o cenário atual. Neste cenário, a proposta de melhoria foi reduzir de 10 para 4 o número de funcionários, pois na análise da simulação atual verificou-se uma ociosidade no tempo de alguns funcionários, dessa forma, foi criado um sistema de fila única, no qual, o cliente pode se dirigir para qualquer um dos atendentes quando for solicitada sua vez. Na figura 9 é possível observar os valores de distribuições probabilísticas e os valores de seus respectivos parâmetros atribuídos a cada uma das atividades.

Figura 9 – Distribuição de probabilidade para as atividades.

Atividade	Distribuição	Parâmetros
Entrada do cliente	<u>Gumbel Max</u>	$\sigma=1,3681$; $\mu=0,76363$
Atendimento ao cliente	<u>Cauchy</u>	$\sigma=0,44611$; $\mu=1,096$

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Na modelagem computacional é imprescindível comprovar que o modelo conceitual foi traduzido de forma correta para durante a aplicação do modelo computacional não ocorrer erros durante o seu desenvolvimento. Execuções no modelo foram efetivadas com o intuito de verificar se a lógica está sendo seguida como descrito no modelo conceitual.

Os valores apresentados no teste de Kolmogorov Smirnov para a entrada do cliente na distribuição Gumbel Max, de acordo com a amostra de dados reais e simulados, os valores tiveram variâncias entre 1,3681 e 0,76363. Dando sequência aos resultados estatísticos, no atendimento ao cliente a distribuição que oferece melhor resultado foi o Cauchy que de acordo com a amostra de dados reais e simulados, obtiveram valores entre 0,44611 e 1,096.

Ao analisar o comportamento dos gráficos durante a simulação é possível observar que os gráficos que mostram o tempo de sistema e o tempo de chegada, apresentam variâncias semelhantes, provando que mesmo com a redução de funcionários o sistema não apresenta fila.

5. Considerações Finais

Este trabalho propôs um processo de simulação de atendimento presencial em uma empresa do setor de telecomunicações. O processo de atendimento era composto por quatro departamentos no qual um deles apresentava fila. Dessa forma, o estudo elaborou uma simulação com o intuito de reduzir o tempo de espera dos clientes.

A técnica de modelagem conceitual IDEF-SIM representou todo o fluxo do processo, informando os instantes onde ocorre a necessidade de recursos e de controles. Esse fato foi

significante para realização da transição do modelo conceitual para o computacional, possibilitando uma menor ocorrência de erros, ou um menor tempo gasto para o desenvolvimento da atividade, gerando uma maior facilidade no entendimento do processo e suas especificidades.

Por conseguinte, obteve-se a simulação do modelo atual que retrata a realidade do processo existente na empresa e, na sequência, foi elaborada uma proposta de melhoria com a junção dos departamentos o que permitiu apresentar um resultado favorável que extingue a fila e diminui a quantidade de colaboradores bem como os custos para a empresa.

Desta forma, é possível concluir que a aplicação da simulação foi de fundamental importância para a análise das melhorias a serem implementadas, oferecendo uma maior segurança para a empresa e para a qualidade no atendimento ao cliente, permitindo ao gestor tomar decisões mais conscientes dos benefícios existentes.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M de. Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

BANKS, J.; CARSON J. S.; NELSON B. L. Discrete-Event System Simulation. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice hall, 2000.

BARROS, A. J. da S.; LEHFELD, N. A. de S. Fundamentos de Metodologia Científica. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 158 p.

BARTOLINI, C.; CESARE, S.; MAURO, T. Business-impact analysis and simulation of critical incidents in IT service management. Integrated Network Management, 2009. IM'09. IFIP/IEEE International Symposium on. IEEE, 2009.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da. Metodologia Científica. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 162 p.

CHWIF, L.; MEDINA, A. C. Modelagem e simulação de eventos discretos: teoria e aplicações. 3.ed. São Paulo: Ed. dos autores, 2010.

DOILE, L. F. P. Teoria de filas – analisando o fluxo de atendimento e o número de atendentes em um supermercado. 2010. 49 p. Monografia (Bacharel em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/29741/000779029.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

DUARTE, S. L.; PINTO, K. C. R.; LEMES, S. Integração da teoria das filas ao time-driven ABC model: uma análise da capacidade ociosa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 15., 2008, Curitiba. Anais... Curitiba: CBC, 2008. Disponível em: <<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/Enfoque/article/view/8219/4614>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

FERNANDES, R. A. C. Simulador de sistemas de produção e de informação industriais: aplicação a sistema de produção lean. 2008. 77 p. Mestrado (Mestre Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores Major Automação) – Faculdade de Engenharia de Universidade do Porto, Portugal, 2008. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/58325>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

FIGUEIREDO, D. D.; ROCHA, S. H. Aplicação da teoria das filas na otimização do número de caixas: um estudo de caso. Revista de iniciação científica, Maringá. v. 12, n. 2, p. 175-182, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/view/1300/1113>>. Acesso em: 19 nov. 2016.

FREITAS FILHO, P. J. de. Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em arena. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

HARREL, C. R.; MOTT, J. R. A.; BATEMAN, R. E.; BODWEN, R. G.; GOGG, T. J. Simulação: otimizando os sistemas. Tradução de Alain de Norman et d'Audenhove. 2. ed. São Paulo: Imam, 2002.

KIRA, E.; MAGALHÃES, M. N.; OYAGAWA, H. K. Simulação de centrais de atendimento com desistências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 38., 2006, Goiânia. Anais... Goiânia: SBPO, 2006. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2006/pdf/arcq0142.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

LAW, A. M.; KELTON, D. W. Simulation modeling and analysis. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 2000.

LEAL, F. Um diagnóstico do processo de atendimento a clientes em uma agência bancária através de mapeamento do processo e simulação computacional. 2003. 224 p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2003. Disponível em: <<http://saturno.unifei.edu.br/bim/0031150.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

LEAL, F.; ALMEIDA, D. A. de; MONTEVECHI, J. A. B. Uma Proposta de Técnica de Modelagem Conceitual para a Simulação através de elementos do IDEF. In: Anais do XL Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, João Pessoa, PB, 2008.

MASCARENHAS, S. A. Metodologia Científica. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. 125 p.

PINHEIRO, J. M. Santos. A indústria de Telecomunicações. 2005. Disponível em: <http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_industria_telecomunicacoes.php>. Acesso em: 17 set. 2016.

ROCK, S.. Hardware in the loop simulation of production systems dynamics. Production Engineering - Research and Development, v. 5, n. 3, p. 329-337, 2011.

SAKURADA, N.; MIYAKE, D. Simulação baseada em agentes (SBA) para modelagem de sistemas de operações. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 7.; 2009, São Paulo. Anais... São Paulo: SIMPOI, 2009. Disponível em: <http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2009/artigos/E2009_T00461_PCN51634.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2016.

SARGENT, R. G. (2007). Verification and validation of simulation models. In: Winter Simulation Conference, USA, p. 124-137.

ZHANG, D. Z.; ANOSIKE, A. I. Modelling and simulation of dynamically integrated manufacturing systems. Advances in Intelligent and Soft Computing, v. 66, p. 865-876, 2010.