

MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO FLUXO DE PACIENTES EM UMA CLÍNICA MÉDICA

MODELING AND SIMULATION OF THE PATIENT FLOW IN AN OUTPATIENT CLINIC

Cathaline Bonafini Sanches¹; Luciano Costa Santos²; Mateus Marcelino da Silva³

¹Universidade Federal da Paraíba – UFPB – João Pessoa/PB – Brasil

cathbonafini@gmail.com

²Universidade Federal da Paraíba – UFPB – João Pessoa/PB – Brasil

luciano@ct.ufpb.br

³Universidade Federal da Paraíba – UFPB – João Pessoa/PB – Brasil

mateusmarcelinos@hotmail.com

Resumo

O atendimento nos serviços de assistência à saúde encontra-se em uma situação crítica no Brasil. Embora faltem recursos financeiros, os problemas enfrentados atualmente sinalizam que parte de sua origem está na ineficiência e no despreparo das pessoas que dirigem os processos de atendimento em saúde. Contribuindo nesse sentido, este trabalho buscou analisar o fluxo de pacientes de uma clínica especializada no tratamento de alergias, utilizando a simulação de eventos discretos como ferramenta de suporte. Para tal, foi necessário mapear os fluxos dos processos de atendimento, identificar os pontos críticos com base nos dados relativos ao fluxo de pacientes e propor melhorias simulando a implementação. Foram realizadas visitas à clínica em questão com o intuito de compreender a dinâmica do atendimento e o fluxo dos pacientes e coletar os dados referentes aos tempos que forneceriam entradas ao modelo de simulação. Após simular o sistema atual utilizando como parâmetros o tempo médio do paciente no sistema e o tempo médio em operação, foram propostos três cenários para melhoria do tempo de espera do cliente. Com alterações simples no processo, foi possível obter nos resultados simulados uma redução de cerca 60% no tempo de permanência dos pacientes na clínica. Os resultados demonstraram que os princípios básicos de simplificação de processos são completamente aplicáveis em operações do setor de saúde e permitem vislumbrar um caminho para amenizar problemas comuns ao setor.

Palavras-chave: serviços de assistência à saúde, modelagem e simulação, processos de serviços.

Abstract

Healthcare services are in a critical situation in Brazil. In spite of the absence of financial resources, the problems faced today indicate that part of their origin is in the inefficiency and in the lack of competence from the people who manage the healthcare processes. Contributing in this direction, this study sought to analyze the patient flow in an outpatient clinic specialized in the

treatment of allergies using the discrete event simulation as a support tool. To achieve this aim, it was needed to map the flow of service processes, to identify critical points based on the patient flow data and to propose improvements simulating the implementation. Clinic visits were conducted in order to understand the process dynamics and the patient flow and collect data related to the service times that would provide inputs to the simulation model. After simulating the current system using as parameters the patient average time in the system and the average time in operation, it has been proposed three scenarios for improving the customer waiting time. With simple changes in the process, it was possible to obtain in the simulated outcomes a reduction of about 60% in the length of stay of patients in the clinic. The results showed that the basic principles of process simplification are fully applicable in healthcare operations and allow envisioning a way to alleviate common problems in the sector.

Key-words: healthcare services, modeling and simulation, service processes.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil estima-se que 30% da população seja afetada por alguma doença alérgica, sendo que 20% desse percentual diz respeito a crianças. As doenças predominantes são alergias respiratórias, como a asma (10 a 25% da população brasileira) e a rinite alérgica (26% das crianças e 30% dos adolescentes), alergia alimentar, alergia a medicamentos, alergia a picada de insetos e alergia de pele. Além desses dados, a ASBAI (2012) apresentou alguns resultados de estudos realizados pelo *International Study of Asthma and Allergies in Childhood* (ISAAC) nos quais se sugere que a prevalência da asma e outras doenças alérgicas possuem níveis mais elevados no Norte e Nordeste do Brasil.

Diante deste quadro, o número de pacientes que recorrem a clínicas de alergias e imunologia é alto e tende a aumentar nos meses de inverno, quando as crises alérgicas, especialmente respiratórias, costumam se intensificar. Portanto, as unidades de tratamento devem organizar seus recursos e capacidades de forma a atender com qualidade a demanda destes pacientes.

Contribuindo nesse sentido, este trabalho buscou analisar o fluxo de pacientes de uma clínica especializada no tratamento de alergias que lida diariamente com desafios e dificuldades para a gestão de seus recursos. Para tal, definiu-se como objetivos específicos mapear os fluxos dos processos de atendimento, identificar os processos críticos com base nos dados relativos ao fluxo de pacientes e propor melhorias simulando a implementação. Do ponto de vista da clínica, este trabalho tem uma contribuição direta para a redução do tempo de espera de seus pacientes. Do ponto de vista acadêmico, este trabalho adiciona à literatura nacional de gestão de serviços de saúde um exemplo que mostra a viabilidade de aplicação de ferramentas de melhoria de processos.

A partir dos resultados que a literatura apresenta (PAN *et al.*, 2015; BARIL; GASCON; CARTIER, 2014; ROBINSON *et al.*, 2012), foi possível vislumbrar a aplicação da simulação de eventos discretos na clínica objeto de estudo como uma ferramenta que auxilia na proposição de

melhorias, considerando as dificuldades que a mesma enfrentava para lidar com uma demanda crescente e ao mesmo tempo manter a qualidade de seus serviços.

A seção a seguir faz uma breve explanação das aplicações da simulação de eventos discretos em serviços de saúde. Em seguida, descreve-se a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho, detalhando os procedimentos de coleta de dados e modelagem e simulação do sistema. A seção seguinte apresenta os resultados obtidos, analisando o sistema atual e os cenários simulados com a introdução de melhorias propostas. Por fim, são apresentadas as conclusões desta pesquisa.

2. MODELAGEM E SIMULAÇÃO EM SERVIÇOS DE SAÚDE

O uso da simulação de eventos discretos como ferramenta de auxílio a tomada de decisões tem crescido significativamente no âmbito das operações hospitalares e dos serviços de assistência à saúde. Isto ocorre especialmente pelo fato de ela permitir análises do tipo “E se?”, ou seja, diversos cenários e suas consequências no sistema podem ser explorados a partir de alterações nas variáveis. Assim, o sistema preexistente não precisa ser alterado (nem os gastos consequentes dessa alteração) antes que se possa prever os resultados das mudanças propostas (LAGERGREN, 1998; JACOBSON; HALL; SWISHER, 2006).

Além disso, a simulação de eventos discretos como ferramenta de análise de operações de saúde vem sendo tema recorrente nas publicações acadêmicas, fator que ressalta a importância e incentiva seu uso na presente pesquisa. Tako *et al.* (2014), por exemplo, avaliaram como as diferentes configurações de capacidade de recursos afetava o tempo de espera em um centro de serviços de obesidade no Reino Unido. Utilizando a simulação de eventos discretos, foram criados seis cenários em que se exploraram duas opções: I) aumentar a capacidade através da contratação de novos médicos e cirurgiões para se adequar à demanda; e II) gerenciar a demanda para reduzir a taxa de encaminhamento nos serviços. Nos melhores cenários, a contratação de um e dois cirurgiões se mostraram promissoras, reduzindo de 47% para 9% e 8%, respectivamente, o número de pacientes que esperavam mais de 18 dias para o atendimento. No caso do gerenciamento da demanda, no primeiro ano, o número desses pacientes caiu de 63% para 59%, chegando a zero no mês de dezembro.

Em um trabalho recente, Williams *et al.* (2015) realizaram um estudo em um Centro Médico Acadêmico com o intuito de reduzir atrasos e tempos de espera dos pacientes. Através da melhoria proposta foi possível reduzir o tempo médio de espera, o tempo de escoamento e o tempo de permanência do paciente. Pan *et al.* (2015) conseguiram, através da simulação de eventos discretos, propor estratégias que resultaram na redução significativa do *patient turnaround time* e em melhorias no desempenho geral de uma clínica oftalmológica, propondo um novo sistema de agendamento de consultas. Também em uma clínica de tratamento de olhos, Jin, Sivakumar e Lim

(2013) conseguiram alcançar reduções de cerca de 30% no tempo de espera dos pacientes, avaliando as melhorias propostos por meio da simulação de eventos discretos.

Baril, Gascon e Cartier (2014), por sua vez, analisaram uma clínica ortopédica através da simulação de eventos discretos e do *design* de experimentos. Os cenários criados tiveram base na alteração do número de salas e enfermeiras designadas por ortopedistas, considerando os três fluxos possíveis para os pacientes e diferentes regras de agendamento de pacientes. Com os resultados, observou-se redução do tempo de espera e do tempo de permanência dos pacientes.

A redução do tempo de espera tem sido um dos benefícios mais comuns que são relatados em grande parte das publicações. De uma forma geral, a melhoria de desempenho sempre é destacada nas aplicações da simulação de eventos discretos em serviços de saúde, mesmo em dimensões que vão além da redução do tempo de espera (ABOUELJINANE *et al.*, 2014; ROBINSON *et al.*, 2012; WERKER *et al.*, 2009).

Os casos de sucesso apresentados na literatura da área encorajam o uso da simulação de eventos discretos como auxílio à resolução de problemas no setor de saúde, especialmente em serviços que lidam com um intenso fluxo de pacientes.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A clínica objeto deste estudo oferece serviços de imunização, testes alérgicos e atendimento médico. Ela conta com duas secretárias que realizam o atendimento inicial dos pacientes, bem como o atendimento telefônico e a liberação de consultas e exames dos diferentes planos de saúde. Além delas, a clínica conta com uma enfermeira, que é responsável pela aplicação dos testes alérgicos e vacinas, e de um médico alergista. A clínica funciona de segunda-feira a sexta-feira nos turnos matutino (das 8 às 13 horas) e vespertino (das 15 às 19 horas), com exceção de sexta-feira, quando só há atendimento no período da manhã.

A clínica trabalha com a demanda espontânea de pacientes, sem utilizar agendamentos prévios. O início do atendimento das secretárias é às 8h da manhã e o atendimento médico se inicia às 10h. Assim, os pacientes que chegam no intervalo de 8h às 12h são atendidos no período da manhã e, portanto, o médico só encerra as atividades do período matutino quando todos os pacientes foram atendidos. No período da tarde, o início do atendimento das secretárias se dá às 14h e o atendimento médico começa às 16h, mantendo a mesma dinâmica da manhã, sendo que os pacientes devem chegar no intervalo de 14h às 18h. De acordo com os números fornecidos pela atendente, com base no registro de uma semana de atendimento, a média de pacientes atendidos é de 39 pessoas por turno.

Para a realização deste trabalho foram realizadas visitas à clínica em questão, com o intuito de compreender a dinâmica do atendimento e o fluxo dos pacientes. A partir de observações do

ambiente estudado e de entrevistas informais com as pessoas envolvidas no processo, foram identificados os diferentes fluxos através dos quais os pacientes podem passar desde a chegada até a saída da clínica.

Com as informações construiu-se um fluxograma para representar as atividades (Figura 1 da seção 4). A visualização esquemática do fluxo dos pacientes possibilitou a identificação dos dados necessários para coleta, como taxa de chegada, tempo de atendimento e tempo de espera.

A coleta de dados foi realizada *in loco* em dias típicos de atendimento. Após a identificação das atividades que compõem o fluxo do processo, foi necessário coletar dados referentes ao tempos dessas atividades, por meio de cronometragens e registro de chegadas de pacientes. Os principais dados quantitativos obtidos incluíam: tempos de atendimento das secretárias, no primeiro atendimento e na liberação de exames; tempos de atendimento médico, tanto da primeira consulta quanto após a volta do teste alérgico; tempo de execução do teste alérgico pela enfermeira; tempo de duração das chamadas telefônicas; taxa de chegada das chamadas telefônicas; e taxa de chegada dos pacientes. O tamanho da amostra necessário para a cronometragem foi definido para um intervalo de confiança de 90% com precisão de 10% (Tabela 1), considerando os dados de tempo normalmente distribuídos e utilizando a fórmula de amostragem para variáveis quantitativas e população infinita. Como o desvio-padrão em operações de serviços pouco padronizados, como no caso da clínica, geralmente é muito alto, optou-se por níveis de confiança e precisão mais tolerantes, de modo a viabilizar a coleta de dados e considerando que isso não iria alterar os resultados da simulação.

Tabela 1 – Tamanhos de amostra

Atividade	Recurso	Amostra necessária (I.C. de 90% e $\alpha=10\%$)	Amostra coletada
Atendimento inicial	Secretárias	59	61
Liberação de exames		59	26
Chamadas telefônicas		95	100
Primeira consulta	Médico	76	84
Segunda consulta (pós-teste)		69	31
Teste alérgico	Enfermeira	43	46

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Tabela 1 o tamanho das amostras necessário é apresentado, juntamente com o tamanho das amostras coletadas. É possível notar que para os casos da liberação de exames e da segunda consulta médica não foi possível atingir o tamanho almejado. Entretanto, pelo fato de pequenas alterações nos tempos médios dessas variáveis não serem representativas para o estudo, essas amostras foram aceitas e ainda estão dentro de um intervalo de confiança de 90%, porém com

precisão de 15%. Outro ponto de destaque é que não foram identificadas diferenças significativas entre os tempos das duas secretárias nas atividades por elas desempenhadas. Portanto, assumiu-se o tempo de uma delas como padrão para ambas, uma vez que a amostra necessária foi obtida.

A partir dos dados coletados foi possível, através do *software* EasyFit 5.6, encontrar qual a distribuição de probabilidade que melhor se ajustava para cada atividade. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 2. O *software* faz a análise de *goodness-of-fit* (que mede a qualidade do ajuste) de acordo com os testes de aderência Qui-Quadrado, de Kolmogorov-Smirnov (KS) e de Anderson-Darling. De acordo com recomendações apresentadas por Freitas Filho (2008), para este trabalho utilizaram-se as distribuições mais adequadas segundo o teste de KS. O teste de KS foi aceitável para este trabalho, já que se tratavam de dados de natureza contínua e com amostras de tamanho menor que 100.

Tabela 2 – Distribuições de probabilidade

Atividade	Recurso	Distribuição	Parâmetros
Atendimento inicial	Secretárias	Weibull	$\alpha=2,3847; \beta=3,0524$
Liberação de exames		Triangular	$a=1,5365; b=16,321; m=4,33$
Chamadas telefônicas		Pearson 6	$\alpha_1=4,0382; \alpha_2=13,212; \beta=113,96$
Primeira consulta	Médico	Gamma	$\alpha=3,5956; \beta=1,7646$
Segunda consulta (pós-teste)		Pearson 5	$\alpha=4,8584; \beta=20,986$
Teste alérgico	Enfermeira	Pearson 5	$\alpha=5,713; \beta=26,952$

Fonte: Elaborada pelos autores.

Vale observar que as distribuições para as taxas de chegada das chamadas telefônicas e dos pacientes também foram obtidas, sendo Pearson 6 ($\alpha_1=1,127; \alpha_2=3,9984; \beta=749,1$) e Exponencial ($\lambda=5,68$), respectivamente. Entretanto, durante a validação do modelo, foi observado que o parâmetro da exponencial não estava adequado, possivelmente por falta de coletas em horários alternados. Por outro lado, esse resultado guiou a utilização da exponencial como distribuição para a chegada dos pacientes e, assim, o parâmetro $\lambda=7,5$ mostrou-se mais adequado.

Os dados de tempos e das distribuições de probabilidade das atividades foram os *inputs* para o modelo de simulação construído no Process Simulator, um *add-in* do software Microsoft Office Visio[®]. A partir daí, realizou-se a verificação e a validação do modelo de simulação, de forma que o mesmo pudesse estar o mais próximo possível da realidade. Por fim, dois novos cenários foram simulados e comparados com os resultados atuais.

4. RESULTADOS

Esta seção é destinada à apresentação dos resultados, desde a identificação inicial de problemas, passando pela modelagem e simulação do sistema atual, finalizando com as proposições de melhoria.

4.1 Problemas identificados

Durante as visitas à clínica foi possível identificar alguns problemas que podem afetar a qualidade dos serviços. Primeiramente, o longo tempo de espera dos pacientes, especialmente aquele relacionado aos primeiros pacientes a chegarem à clínica. Com a dinâmica de atendimento do tipo “primeiro a chegar, primeiro a ser atendido” (FIFO - *first in, first out*), um número considerável de pacientes chega entre 8 e 9 horas da manhã, enquanto o atendimento médico só é iniciado às 10 horas. Este tempo de espera não agrega valor ao serviço prestado, além de aumentar o estresse no ambiente devido ao alto número de crianças e a insatisfação por parte dos clientes.

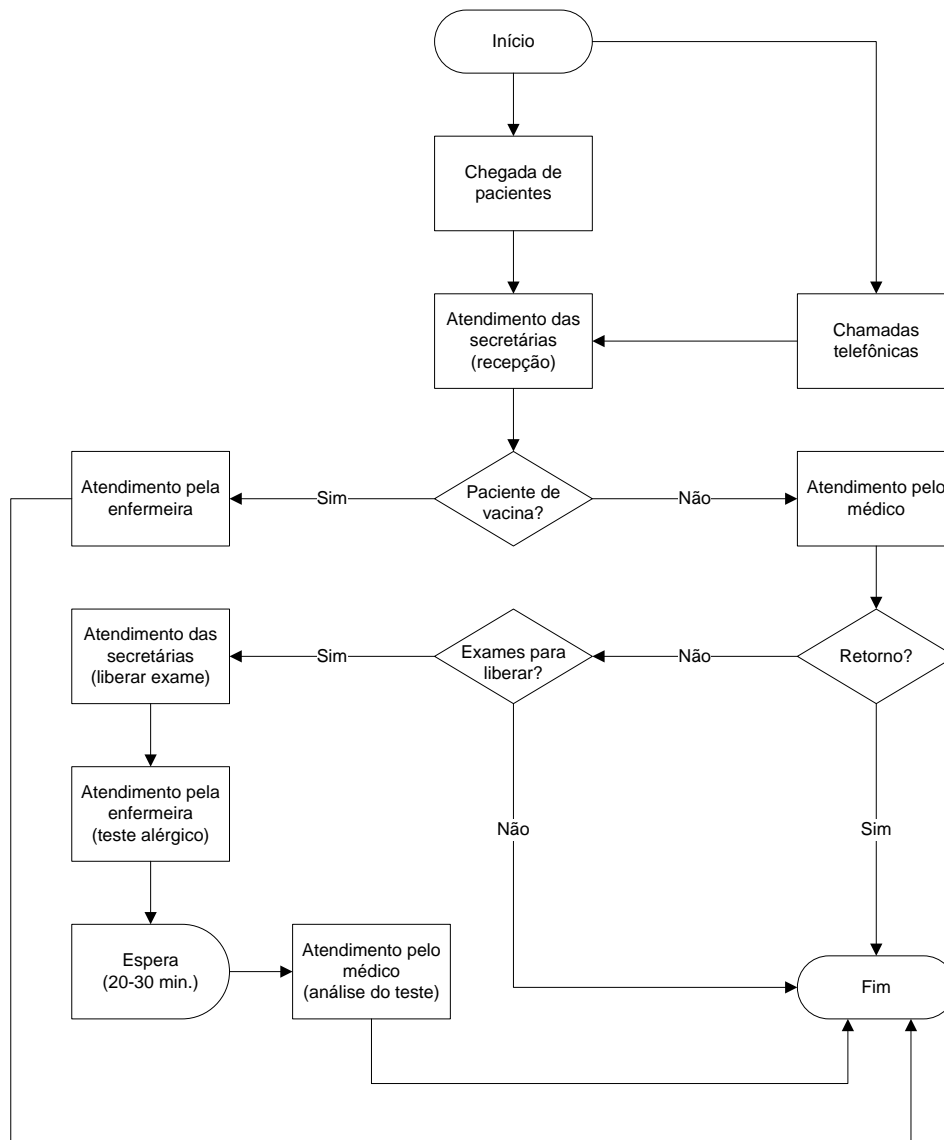
Um segundo fator que influencia no elevado tempo de espera são os testes alérgicos pelos quais uma parte dos pacientes deve passar. Após a consulta com o médico, o teste alérgico pode ser necessário como parte do diagnóstico. Este, após ser aplicado, tem um período de 15 minutos para reagir na pele do paciente, que, em seguida, deve ser visto pelo médico novamente para obter o resultado.

Outro ponto que merece atenção é o elevado número de chamadas telefônicas recebidas pela clínica, principalmente pedindo informações sobre a localização e o horário de atendimento da clínica. Especialmente nos momentos de pico de atendimento, muitas chamadas são atendidas enquanto as secretárias estão atendendo fisicamente os pacientes (interrompendo o atendimento), sendo que muitas chamadas também deixam de serem atendidas. Este fato pode aumentar o estresse das secretárias no trabalho e também não contribui para a insatisfação dos pacientes, uma vez que alguns deles chegam a reclamar por não terem sido atendidos.

4.2 Sistema atual

O modelo de simulação foi desenvolvido com base no fluxo de pacientes entre as atividades da clínica, representado pelo fluxograma apresentado na Figura 1. Os pacientes podem dar entrada na clínica para vacinação, consulta ou retorno. Ao chegar à clínica, o paciente deve se identificar na mesa das secretárias, entregar a documentação necessária para a liberação de consultas e fornecer dados pessoais, seja para atualizar um cadastro preexistente ou para criar um novo, no caso de pacientes de primeira vez. Para pacientes que farão apenas a vacinação, o fluxo é simplificado, bastando o atendimento da enfermeira.

Figura 1 – Fluxograma das atividades da clínica



Fonte: Elaborada pelos autores.

O atendimento médico é realizado por ordem de chegada, com exceção dos pacientes considerados prioritários, como idosos e gestantes. Neste caso, o médico seleciona o momento em que o paciente prioritário será atendido, indicando através do sistema da clínica. Em geral a sequência escolhida é a de três ou quatro pacientes não prioritários, seguido pelo atendimento de um paciente prioritário.

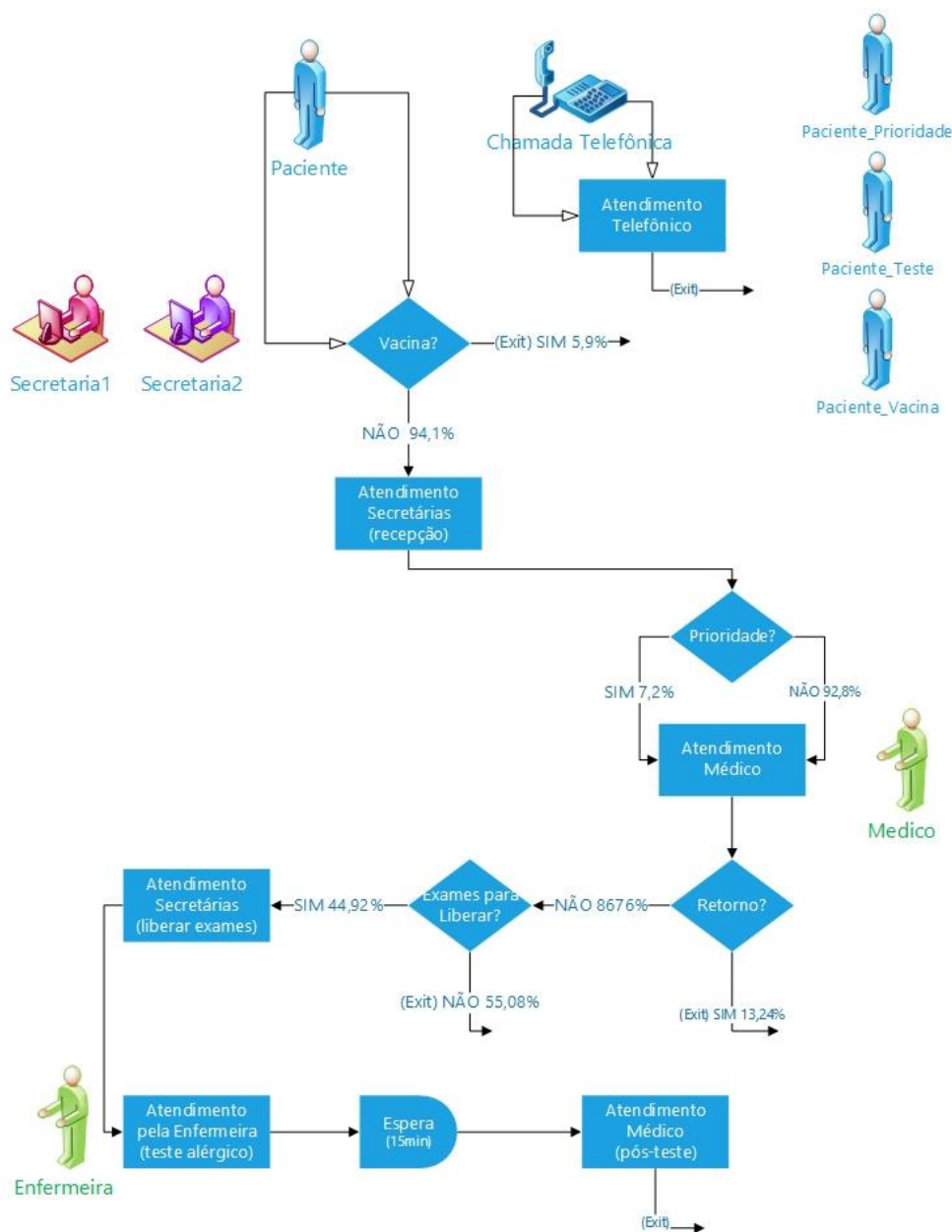
Como mencionado anteriormente, alguns pacientes podem necessitar de testes alérgicos. Neste caso o paciente em questão deve se dirigir a uma das secretárias para que elas realizem a liberação do exame junto ao plano de saúde. Em seguida, o paciente deve esperar até ser chamado pela enfermeira que aplicará o teste. Depois da aplicação, é necessário que o paciente aguarde 15

minutos para que o medicamento reaja. Após este período, o paciente retorna ao médico para que este interprete os resultados.

4.3 Verificação e validação do modelo de simulação

Uma vez construído, o modelo de simulação (Figura 2) foi executado a uma velocidade baixa o suficiente de forma que as lógicas definidas pudessem ser verificadas, como por exemplo, prioridades de atendimento e alocação de recursos em diferentes atividades.

Figura 2 – Modelo de simulação do sistema atual



Fonte: Elaborada pelos autores.

Seguindo à validação do modelo, uma primeira constatação foi a de que o parâmetro da exponencial ($\lambda=5,68$), inicialmente considerado, não representava o sistema. Isto ficou claro quando, ao executar o modelo, um número elevado de entidades foi se acumulando no sistema sem atendimento no dia e no turno em que entraram. Sendo assim, este parâmetro foi sendo alterado de forma que se adequasse ao sistema atual.

Outra questão é que o número de vacinações realizadas não é expressivo e, especialmente nos dias de coleta de dados, praticamente não ocorreram vacinações. Desta forma, tendo como base dados fornecidos pela clínica, uma percentagem de clientes foi desconsiderada logo na entrada ao sistema. O objetivo desta ação foi o de se estimar o número de vacinações, ainda que não fosse possível obter dados adicionais para análise.

Com relação às chamadas telefônicas, assim como o sistema real, o modelo permite que ocorram simultaneamente aos atendimentos físicos. Por fim, vale destacar que o horário de trabalho individual de cada recurso humano do processo é aleatório, dificultando a definição para o modelo. Assim, de forma a aproximar o modelo o máximo possível da situação real, os horários foram definidos de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 – Disponibilidade dos recursos

Recurso	Horário disponível
Secretária 1	8-19h
Secretária 2	9-20h
Médico	10-15h e 16-20h
Enfermeira	9-20h

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.4 Simulação do sistema atual

O modelo do sistema atual foi executado por 53 semanas, representando um ano de atividades, com uma semana de *warm-up*. A Tabela 4 apresenta os resultados quanto ao número de saídas, tempo médio no sistema e tempo médio em operação. Foram definidos quatro categorias de paciente: “Paciente”, “Paciente Prioridade”, “Paciente Teste” e “Paciente Vacina”. Adicionada a essas categorias de paciente, foram incluídas na análise as chamadas telefônicas, uma vez que também demandam atendimento. Note-se que “Paciente” refere-se à pessoa que realizou uma consulta e, assim como “Paciente Prioridade”, que não fez o teste alérgico. “Paciente Teste” é aquele que, prioritário ou não, necessitou fazer o teste alérgico. Neste caso não é necessário diferir entre prioridades, uma vez que o retorno à sala de atendimento médico depende exclusivamente do tempo de reação do medicamento na pele e não por características físicas ou de estado que deram prioridade ao paciente no princípio.

Tabela 4 – Resultados do sistema atual

Categoria	Total de saídas	Tempo médio no sistema (min.)	Tempo médio em operação (min.)
Paciente	7226	121,54	9,09
Paciente Prioridade	576	124,20	9,02
Paciente Teste	5004	187,20	42,31
Paciente Vacina	811	-	-
Chamada Telefônica	21717	-	0,62

Fonte: Elaborada pelos autores.

Considerando que os pacientes podem assumir diferentes estados durante o processo, a Figura 3 apresenta o percentual de tempo despendido em cada estado. Neste caso, o “Paciente Vacina” foi desconsiderado, devido à baixa demanda por este serviço.

Figura 3 – Percentual de tempo despendido em cada estado pelos pacientes

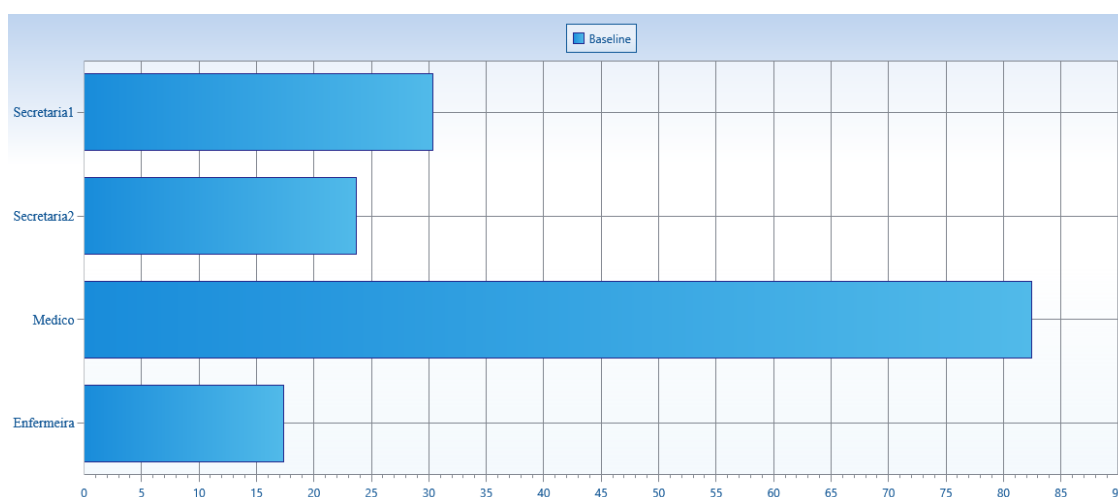


Fonte: Elaborada pelos autores, gerada pelo *output viewer* do Process Simulator.

Fica claro ao analisar os dados da Tabela 4 e da Figura 3 que o tempo médio em operação dos pacientes está muito abaixo do tempo total despendido na clínica. Em especial pacientes que necessitam realizar o teste alérgico passam em média 3 horas na clínica, das quais apenas 40 minutos são referentes ao tempo em atendimento, ou seja, tempo de agregação de valor.

Na Figura 4 pode ser vista a percentagem de utilização dos recursos. Os horários de disponibilidade das secretárias e enfermeira foi colocado sem pausas, já que na realidade não são bem definidos e em alguns momentos uma substitui a outra em pausas aleatórias. Sendo assim, provavelmente o tempo ocioso destes recursos é menor do que o sugerido pela simulação apresentado. Contudo, é possível observar de qualquer forma que a utilização dos recursos é, em geral, muito baixa, com exceção do médico, o principal recurso humano da clínica.

Figura 4 – Percentual de tempo despendido em cada estado pelos pacientes



Fonte: Elaborada pelos autores, gerada pelo *output viewer* do Process Simulator.

4.5 Soluções propostas

Sabe-se que o tempo de espera não agrega valor algum ao serviço prestado. De fato, o que foi observado na clínica é que os pacientes e seus acompanhantes acabam ficando estressados durante este período, especialmente porque o atendimento médico só é iniciado às 10 horas. Com o intuito de reduzir este tempo de espera, simularam-se três cenários, descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Cenários simulados

Cenário	Descrição
Cenário 1: Modificação no horário de atendimento	Uma vez que o atendimento médico se inicia apenas às 10 horas, a proposta aqui é que a clínica abra 1 hora mais tarde, ou seja, às 9 horas.
Cenário 2: Alternar ordem do teste alérgico	O objetivo desta mudança foi o de aproveitar o tempo de espera dos pacientes pela consulta com o médico para a realização dos testes alérgicos.
Cenário 3: Combinação dos cenários anteriores	A ideia aqui é modificar o horário e, também, antecipar o teste alérgico.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao propor o Cenário 1 presumiu-se que o fato de o atendimento médico começar tardiamente pudesse ser uma das causas do longo tempo de permanência dos pacientes no sistema. Através da simulação foi possível constatar que na verdade este não era o problema central. Como pode ser visto na Tabela 5, essa alteração não provocou resultados muito significativos.

Já a simulação do Cenário 2, na qual o teste alérgico é feito antes da primeira consulta médica, os resultados demonstraram melhores indicadores de desempenho, conforme apresenta a Tabela 6.

Tabela 5 – Resultados da simulação do Cenário 1

Categoria	Total de saídas	Tempo médio no sistema (min.)	Tempo médio em operação (min.)
Paciente	7416	101,46	9,05
Paciente Prioridade	586	94,04	9,06
Paciente Teste	5014	182,68	42,68

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 6 – Resultados da simulação do Cenário 2

Categoria	Total de saídas	Tempo médio no sistema (min.)	Tempo médio em operação (min.)
Paciente	7234	71,63	9,05
Paciente Prioridade	597	73,71	8,95
Paciente Teste	4938	104,68	37,15

Fonte: Elaborada pelos autores.

Por fim, ao combinar os cenários anteriores, a simulação mostra uma redução ainda maior do tempo médio de permanência no sistema. A Tabela 7 mostra estes resultados.

Tabela 7 – Resultados da simulação do Cenário 3

Categoria	Total de saídas	Tempo médio no sistema (min.)	Tempo médio em operação (min.)
Paciente	7189	40,55	9,10
Paciente Prioridade	581	40,13	9,08
Paciente Teste	4992	68,81	37,09

Fonte: Elaborada pelos autores.

A Tabela 8 faz a comparação percentual entre o tempo médio do paciente no sistema entre o sistema atual e os cenários previamente discutidos.

Tabela 8 – Comparação entre os resultados dos cenários simulados

Categoria	Tempo médio do paciente no sistema						
	Sistema atual	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	valor	valor	red. (%)	valor	red. (%)	valor	red. (%)
Paciente	121,54	101,46	16,52%	71,63	41,06%	40,55	66,64%
Paciente Prioridade	124,20	94,04	24,28%	73,71	40,65%	40,13	67,69%
Paciente Teste	187,20	182,68	2,41%	104,68	44,08%	68,81	63,24%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Cabe destacar um problema que não foi abordado diretamente na simulação. A frequência das chamadas telefônicas é relativamente alta e, empiricamente, contactou-se um ambiente estressante quando há alta concentração de pessoas na clínica. Em alguns momentos algumas

chamadas deixam de ser atendidas e existem casos de pacientes que, ao chegar à clínica, reclamam por não terem sido atendidos. Esta é uma situação constrangedora, tanto para as secretárias quanto para a imagem da clínica. Embora sem dados quantitativos, grande parte das chamadas refere-se a dúvidas quanto à localização e horário de funcionamento da clínica. A adoção de gravações eletrônicas, em que o endereço e horário de atendimento são fornecidos, pode ser uma alternativa para esta questão.

Uma dificuldade levantada pelas secretárias para a aplicação dos testes alérgicos antes da consulta com o médico é que a reação do medicamento após longos períodos de espera pode passar. Isto é um impedimento porque o médico possui visitas hospitalares antes de se dirigir para a clínica e, em alguns casos, chega atrasado. Esta é uma dificuldade do sistema atual que não foi incluída no modelo testado, mas que pode ser parcialmente resolvida por meio da comunicação entre médico e secretárias antes de sua chegada, estabelecendo previsões de chegada em tempo real.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho proporcionou possível estudar um sistema de saúde e realizar a simulação do mesmo, com algumas propostas de mudanças, obtendo resultados positivos. Como foi visto, as alternativas propostas sugerem reduções de cerca 60% no tempo de permanência dos pacientes na clínica. A simulação permitiu antecipar a implementação de alternativas para a melhoria do serviço sem que fosse necessário testar fisicamente as mudanças no processo.

No que se refere ao desenvolvimento do modelo de simulação, a principal dificuldade foi representar as aleatoriedades típicas do sistema de prestação de serviços, como o horário de funcionamento, horários de pausas das secretárias e até mesmo separação das funções, já que ambas fazem as mesmas atividades em momentos diferentes. Essa ressalva e outras considerações adicionais devem ser incorporadas a novos modelos para a continuidade da pesquisa.

As dificuldades em relação às aleatoriedades do sistema são naturais nos processos que lidam com fluxos de pessoas e que possuem um baixo grau de padronização. Porém, essas dificuldades não invalidam os resultados, uma vez que um dos princípios da modelagem é assumir premissas que viabilizam a representação do sistema real pelo sistema modelado. Por outro lado, os maiores benefícios são revelados quando se consegue modelar um sistema complexo, mesmo que seja inviável representar toda a complexidade do sistema real no modelo.

Com os resultados obtidos, confirmou-se mais uma vez que a modelagem de processos e a simulação computacional têm um amplo potencial de aplicação na área de saúde, sempre tão carente de melhorias. Os resultados demonstraram que os princípios básicos de simplificação de processos são completamente aplicáveis em operações do setor de saúde e permitem vislumbrar um caminho para amenizar problemas comuns ao setor.

No entanto, se a simulação de eventos discretos gera benefícios comprovados para os serviços de saúde, por que ela ainda está tão restrita ao ambiente acadêmico? Em outras palavras, por que essa técnica parece ser pouco utilizada na prática dos serviços de saúde no Brasil? Alguns fatores podem surgir como explicação, dentre eles o despreparo dos profissionais que gerenciam a saúde no país. De qualquer maneira, a publicação de resultados positivos da modelagem e da simulação na área de saúde contribui para a sua disseminação e incentiva a sua aplicação. Assim, ressalta-se mais uma contribuição deste artigo no sentido de se adicionar à literatura nacional sobre o assunto.

Embora o funcionamento de clínicas especializadas em diagnóstico e tratamento de alergias seja semelhante no que diz respeito à natureza do processo, o trabalho de modelagem e simulação é inerente ao sistema particular que foi estudado. Esta já é uma limitação natural do método, que impede a replicação de resultados para processos similares. Em contrapartida, a viabilidade observada no estudo encoraja a continuidade da pesquisa em outras clínicas e serviços de saúde de uma forma geral. No âmbito da clínica estudada também é possível vislumbrar a continuidade do estudo, seja pela implementação dos cenários sugeridos ou pela alteração de recursos do processo, que por sua vez geraria novos cenários a serem testados.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

ABOUELJINANE, L. *et al.* A simulation study to improve the performance of an emergency medical service: application to the French Val-de-Marne department. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 47, p. 46-59, 2014.

ASBAI - Associação Brasileira de Alergia e Imunologia. **Sem Alergia, com Qualidade de Vida: 07 de maio - Campanha de Prevenção das Doenças Alérgicas e Apoio ao Dia Mundial de combate a Asma.** Disponível em: <<http://www.sbai.org.br/secao.asp?s=51&id=578>>. Acesso em: 28 jul. 2015.

BARIL, C.; GASCON, V.; CARTIER, S. Design and analysis of an outpatient orthopaedic clinic performance with discrete event simulation and design of experiments. **Computers & Industrial Engineering**, v. 78, p. 285-298, 2014.

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

JACOBSON, S. H.; HALL, S. N.; SWISHER, J. R. Discrete-event simulation of health care systems. In: **Patient flow: reducing delay in healthcare delivery.** New York: Springer, 2006. p. 211-252.

JIN, X.; SIVAKUMAR, A. I.; LIM, S. Y. A simulation based analysis on reducing patient waiting time for consultation in an outpatient eye clinic. In: **Proceedings of the Winter Simulation Conference**, 2013. Washington: IEEE, 2013, p. 2192-2203.

- LAGERGREN, M. What is the role and contribution of models to management and research in the health services? A view from Europe. **European Journal of Operational Research**, v. 105, n. 2, p. 257-266, 1998.
- PAN, C. *et al.* Patient flow improvement for an ophthalmic specialist outpatient clinic with aid of discrete event simulation and design of experiment. **Health Care Management Science**, v. 18, n. 2, p. 137-155, 2015.
- ROBINSON, S. *et al.* SimLean: utilising simulation in the implementation of lean in healthcare. **European Journal of Operational Research**, v. 219, n. 1, p. 188-197, 2012.
- TAKO, A. A. *et al.* Improving patient waiting times: a simulation study of an obesity care service. **BMJ Quality & Safety**, v. 23, n. 5, p. 373-381, 2014.
- WERKER, G. *et al.* The use of discrete-event simulation modelling to improve radiation therapy planning processes. **Radiotherapy and Oncology**, v. 92, n. 1, p. 76-82, 2009.
- WILLIAMS, K. A. *et al.* Applying JIT principles to resident education to reduce patient delays: a pilot study in an academic medical center pain clinic. **Pain Medicine**, v. 16, n. 2, p. 312-318, 2015.

Recebido: 04/09/2015

Aprovado: 17/04/2016