

SIMULAÇÃO DE ATENDIMENTO E REALIZAÇÃO DE EXAMES EM UM LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Trabalho de Diplomação em Engenharia de Produção

Letícia Goldani – l.goldani@gmail.com

José Luis Duarte Ribeiro – ribeiro@producao.ufrgs.br

Armando Resende Neto – armando@producao.ufrgs.br

RESUMO

Este trabalho faz uso da simulação de eventos discretos para modelar a rotina de trabalho de um laboratório de análises clínicas, visando prover informações que auxiliem a empresa a otimizar a utilização de seus recursos e reduzir o tempo de espera dos clientes. Enquanto contribuição acadêmica, o trabalho apresenta um roteiro para a simulação de serviços, colaborando para aumentar a exploração desta ferramenta. A modelagem do sistema abrangeu as principais etapas do processo do laboratório e os dados necessários foram obtidos através de observação e registros históricos. Concluiu-se, neste estudo de caso, que há ociosidade na recepção, podendo haver aumento de até 34% na carga de trabalho; e que dois atendentes são necessários nas etapas de coleta e preparação, que suportam assim, respectivamente, aumentos de 60% e 40% na demanda. A modelagem se mostrou representativa e útil à tomada de decisão no laboratório.

Palavras chaves: simulação de eventos discretos, simulação em serviços, laboratório de análises clínicas, gestão de capacidade.

ABSTRACT

This work uses discrete event simulation to model the operation of a clinical biochemistry laboratory. The goal is to provide information that aids the company to manage its resources and to reduce customers' waiting time. Academically, this paper contributes to the exploration of simulation in the services sector. The main steps of the process were modeled according to historical and collected data. This case study demonstrates that there is idle time in the reception of clients and that this step of the process can maintain current service levels with an increase of 34% in the demand. In collection, two operators are necessary and they are able to support an increase of up to 60% in demand. In preparation of blood samples, two operators are able to support an increase of up to 40% in demand. Finally, the model revealed itself as useful for decision-making processes regarding capacity planning.

Keywords: discrete event simulation, simulation in the services sector, clinical biochemistry laboratory, capacity planning.

INTRODUÇÃO

Conforme Banks et al. (2009), a simulação é uma técnica utilizada para imitar o comportamento de um sistema ou processo real. A partir desta imitação, podem-se criar cenários e projetar o comportamento de um sistema real diante das situações geradas. Essa prática é utilizada para resolver problemas em diversas situações na indústria de manufatura e no setor de serviços. Sakurada e Miyake (2009), entretanto, salientam que no setor de serviços, essa prática ainda pode ser melhor explorada.

O número de empresas prestadoras de serviços e a diversidade de serviços prestados aos consumidores aumentam a cada ano, acompanhando o desenvolvimento do país. Os serviços podem ser oferecidos por empresas focadas nos mesmos, ou como um diferencial que agrega valor a um produto, como por exemplo a entrega e montagem de móveis. (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2005; SAKURADA; MIYAKE, 2009).

Diferentemente do setor de produção de bens, na prestação de um serviço, o cliente se envolve diretamente no processo produtivo, o que torna os processos vulneráveis e perecíveis. Quanto maior a necessidade da presença do cliente, mais o tempo de espera e o ambiente em que o cliente se encontra irão influenciar sua percepção sobre a qualidade do serviço. Além disso, a chegada de clientes ocorre de forma aleatória, dificultando o planejamento pelos gestores da área (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2005).

Becker (2004) relata que muitas empresas do setor de serviços, como os laboratórios de análises clínicas, são criadas por profissionais técnicos, sem formação gerencial. Esses laboratórios formam sistemas complexos e difíceis de serem gerenciados. Isso ocorre também devido à grande variedade de exames oferecidos e à necessidade de assegurar a confiabilidade dos resultados, uma vez que auxiliam a área médica no diagnóstico de enfermidades (BECKER, 2004; BRANDALISE, 2001).

Stadnick e Coelho (2006) afirmam que no setor de análises clínicas, diante das oscilações nas quantidades de exames solicitados, a conduta de comportamento das empresas é a de que o sistema não pode parar. É necessário atender a demanda em tempo hábil, fazendo com que, muitas vezes, os laboratórios operem com falta ou excesso de recursos, principalmente humanos, conforme o dia da semana ou período do dia.

Diante disso, neste trabalho optou-se por utilizar a técnica de simulação de eventos discretos a fim de modelar a rotina de trabalho de um laboratório de análises clínicas, visando obter informações que possam auxiliar a empresa a otimizar a utilização de seus recursos e reduzir

o tempo de espera dos clientes. Enquanto contribuição acadêmica, o trabalho apresenta um roteiro para a simulação de serviços, contribuindo para diminuir a lacuna indicada por Sakurada e Miyake (2009).

Este artigo está organizado em cinco seções. Após esta introdução, a seção 2 apresenta o referencial teórico, que discorre sobre três pontos principais: (i) gestão de serviços; (ii) o setor de análises clínicas; e (iii) a simulação de eventos discretos em serviços. A seção 3 detalha os procedimentos metodológicos utilizados para obter informações, desenhar o modelo e criar cenários de simulação. A seção 4 apresenta o estudo aplicado, o modelo desenvolvido, os cenários criados e os resultados obtidos, os quais são discutidos à luz da literatura e das implicações práticas. Por fim, a seção 5 apresenta as principais conclusões do trabalho e discute suas limitações.

REFERENCIAL TEÓRICO

Gestão de serviços

A partir da análise de diversas definições de serviços, Grönroos (1990) propõe que um serviço é uma atividade ou uma série de atividades com certo grau de intangibilidade, destinadas a atender a demandas de clientes que, geralmente, ocorrem com interação de clientes e funcionários.

Outras características relevantes definidoras de um serviço, mencionadas por Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), são as flutuações de demanda e sua natureza perecível, já que serviços não consumidos significam uma oportunidade perdida, pois não podem ser estocados. Grönroos (1990) acrescenta ainda que a prestação de serviços é uma atividade heterogênea, que sofre alterações a partir do contato do prestador de serviços com o cliente.

Os serviços podem ser classificados, conforme a matriz de Roger Schmenner (1986) *apud* Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005) em relação à intensidade de trabalho (custo de mão-de-obra em relação ao custo de capital) e ao grau de interação e customização. Os quatro quadrantes da matriz classificam um serviço como: (i) Indústria de serviços, caracterizada pela prestação de serviços padronizados com alto capital investido; (ii) Estabelecimentos de serviços, os quais apresentam alto grau de customização e de intensidade de trabalho; (iii) Serviços de massa, cuja customização é pequena, com alto grau de intensidade de trabalho; e (iv) Serviços profissionais, caracterizados pela alta customização e grau de intensidade de trabalho.

Conforme o grau de intensidade de trabalho e a interação com o cliente em um serviço, o controle das operações se torna mais ou menos complexo. Para Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005), são três as partes que podem exercer o controle sobre o serviço: a organização, o pessoal da linha de frente e o cliente.

A organização é responsável pela criação da cultura da empresa, que determina seus valores e o comportamento de seu pessoal na tomada de decisão, e pela delegação de poder aos membros do sistema. A organização controla um sistema pela padronização dos serviços, evitando que um funcionário da linha de frente tenha poder de alterar determinados procedimentos. O pessoal da linha de frente domina o serviço quando possui poder suficiente para alterar sua rotina e evitar o seu desgaste, ainda que isso prejudique o cliente. A chave do sucesso do serviço comandado pela linha de frente está em ganhar a confiança do cliente, fazendo-o acreditar no conhecimento e treinamento do prestador de serviço. O controle do serviço está nas mãos do cliente principalmente quando há grande padronização nos serviços e autonomia do cliente, como em auto-atendimentos. Um cenário satisfatório para todos é o que encontra o equilíbrio entre essas partes e provê lucro para a organização, menor desgaste do pessoal da linha de frente e contentamento do cliente (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2005).

A qualidade do serviço é a qualidade percebida pelo cliente. Esta será afetada pela forma de controle e também pelo atendimento de suas expectativas, que estão relacionadas à experiência do cliente nos momentos da verdade do serviço, aqueles em que existe contato entre o cliente e o prestador de serviço. Vale salientar que, conforme o tempo de participação do cliente na prestação de serviços, a percepção de qualidade pode passar a ser afetada também pela qualidade das instalações de apoio e os serviços implícitos (GRÖNROOS, 1990).

Sakurada e Miyake (2009) comentam que o setor de serviços vem crescendo e, devido a sua complexidade de gestão, o número de estudos nessa área também está aumentando.

Serviços prestados em laboratórios de análises clínicas

Os laboratórios de análises clínicas são empresas do setor de serviços que auxiliam a área médica no diagnóstico de enfermidades e que têm como produto o laudo do exame. A base da qualidade de um serviço no setor de saúde é a mesma de qualquer serviço acrescida de peculiaridades geradas pelo tipo de cliente: um paciente. Cuidados pessoais, atenção, conforto

e acolhimento são algumas das demandas deste público que, em geral, diferem de outros serviços (BECKER, 2004).

No Brasil, a partir de 1994, com a estabilidade gerada pelo Plano Real, houve grande migração da classe média ao sistema de planos de saúde, aumentando consideravelmente os volumes nos serviços particulares de saúde. Com o passar do tempo, os planos foram renegociando os preços e reduzindo o valor pago pelos procedimentos aos laboratórios. Esse novo cenário exigiu que os laboratórios passassem a oferecer os mesmo serviços, com a mesma qualidade e efetividade, porém recebendo menos por procedimento realizado. A configuração dos laboratórios mudou de uma prestação de serviços bastante artesanal para uma produção mais automatizada e padronizada (OLIVEIRA; PROENÇA, 2002).

Além disso, a quantidade de exames realizados nos laboratórios vem aumentando ao longo dos anos devido também à tendência crescente de realização de exames de rotina por pacientes saudáveis. Esses pacientes visam detectar precocemente possíveis problemas de saúde e, assim, facilitar um tratamento eficaz. O aumento de demanda deve ser considerado pelos gestores de laboratórios de análises clínicas, pois pode levar o sistema ao limite de sua capacidade, afetando a qualidade de seu serviço e a satisfação do cliente (COUCHMAN et al., 2002).

Os laboratórios de análises clínicas enfrentam incertezas constantemente. Tanto o volume e o tipo de requisições de exames, quanto os tempos de processamento e emissão de resultados apresentam variabilidade considerável. Isso gera problemas de planejamento e exige que o sistema de produção em laboratórios - equipamentos, logística e pessoal - seja flexível e facilmente ajustável a demanda vigente (MERODE et al., 1998).

Stadnick e Coelho (2006) afirmam que, no setor de análises clínicas, as oscilações de demanda por exames não caracterizam situações atípicas e, apesar do sistema apresentar características de um sistema complexo, a conduta frente a essas variações está intrínseca no comportamento das pessoas, pois o sistema não pode parar até que toda a demanda seja atendida. Os mesmos autores complementam, concordando com Merode et al. (1998), que os sistemas de saúde precisam ser flexíveis para atender a demanda, mas principalmente para atendê-la em tempo.

Couchman et al. (2002) concluem em seu estudo que, sem planejar mudanças para atender o crescimento do número de exames, as filas chegam a duplicar seu tamanho em horários de pico e o tempo para finalizar todos os exames ultrapassa o tempo de um turno normal de

trabalho. Uma análise dos mesmos autores demonstra que, com o passar dos anos, se não houvesse aumento natural de produtividade e tempo de funcionamento, a demanda de um dia se acumularia para o próximo e o sistema deixaria de ser funcional.

Os laboratórios costumam organizar-se por departamentos, ou seja, por processos. Cada área realiza um processo e é composta por postos de trabalho. Os exames são encaminhados para cada posto e são realizados em ordem de chegada ou, muitas vezes, de acordo com critérios de priorização pré-estabelecidos. Se os funcionários forem multifuncionais, podem atuar em mais de um posto de trabalho e até atuar ao mesmo tempo em mais de um processo. Diferenças de nível de habilidade podem, entretanto, causar problemas no momento de agrupar tarefas (MERODE et al., 1998).

A decisão sobre a organização ideal, contudo, deve ser tomada a partir de um estudo de fluxo de trabalho, que pode ser considerado como uma análise logística da prestação de serviço. Essa análise visa ajustar a capacidade à demanda, de modo que o serviço seja prestado de forma efetiva e eficiente (GOLDSCHMIDT et al., 1998).

Simulação de eventos discretos

Simulação é uma técnica utilizada para estudar e observar o comportamento de um sistema ou processo real ao longo de um tempo. Trata-se da imitação da realidade, materializada em um modelo matemático, que contém aspectos relacionados ao problema em estudo, e que possibilita a reprodução de diversos cenários, reais ou hipotéticos (BANKS et al., 2009; FISHMAN, 2001).

A simulação é aplicada para resolver desde problemas de sistemas produtivos em manufaturas até a modelagem de sistemas de saúde ou de tempo de espera em ligações para *call centers*. Ao longo dos anos, essa técnica se tornou uma ferramenta de uso freqüente, como por exemplo em engenharia e sistemas de saúde, uma vez que, nessas áreas, o custo de obtenção de informação analítica para a tomada de decisão é alto. Através da simulação em computadores é possível reduzir o custo e o impacto de uma mudança em um processo ou mesmo da criação de uma nova atividade (FISHMAN, 2001).

Um estudo de simulação pode reproduzir o comportamento de sistemas de eventos contínuos ou discretos. Conforme Banks et al. (2009), em um sistema contínuo as variáveis mudam continuamente ao longo do tempo, como o fluxo de água em uma represa durante um período de chuva. Os mesmos autores definem um sistema de eventos discretos como aquele em que as variáveis de interesse mudam de estado somente em pontos discretos no tempo. A chegada

de um cliente em um banco, por exemplo, é um evento pontual que modifica o número total de clientes no estabelecimento naquele momento.

Fishman (2001) comenta que o sucesso de um estudo de simulação depende da modelagem do sistema, que deve aproximar-se ao máximo da realidade a ser simulada. Sakurada e Miyake (2009) complementam essas idéias, explicando que a modelagem do sistema depende dos conhecimentos do modelador e da fidelidade dos dados coletados.

Conforme Sakurada e Miyake (2009), durante a elaboração de um modelo conceitual de simulação discreta em serviços deve-se considerar a natureza dos elementos fundamentais que definem o serviço. Na coleta de dados são consideradas básicas as seguintes informações: demanda, dimensões de estrutura física e tempos de atendimento. Banks et al. (2009) salientam que a fase de coleta de dados é crítica para o sucesso dos estudos de simulação.

Simulação em serviços

A simulação é uma técnica que vem sendo utilizada em serviços para resolver problemas relacionados, principalmente, à gestão da capacidade. Alguns tipos de aplicações são: tempo de espera de clientes em bancos e a quantidade de caixas necessários em um turno de trabalho, gerenciamento de fluxo de pacientes em hospitais e de utilização de recursos, tempo de resposta de ambulâncias conforme sua localização, entre outros (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2005).

Segundo Wijewickrama (2006), o cliente deseja sempre esperar o mínimo possível de tempo até ser atendido e esse fator é decisivo na escolha do prestador de serviços. De acordo com o mesmo autor, quando existe grande interação humana, existe também uma variabilidade natural no tempo de atendimento. Fitzsimmons e Fitzsimmons (2005) afirmam que em qualquer sistema em que existe variação no tempo de atendimento e na chegada de clientes, ocorre a formação de filas.

As filas refletem um problema mais amplo, o gerenciamento de capacidade. A demanda dos clientes em serviços é variável e a participação dos mesmos no processo dificulta o planejamento da capacidade. Existe ainda um *trade-off* entre os custos da prestação de serviços e possíveis inconvenientes gerados para o cliente. Por exemplo, o aumento do número de atendentes em um estabelecimento gera custos de espera menores para os clientes e custos operacionais maiores para a empresa. Para auxiliar na tomada de decisão sobre a capacidade, costumam-se utilizar modelos analíticos de filas ou a simulação em computador (FITZSIMMONS; FITZSIMMONS, 2005).

A chegada de clientes é um evento estocástico que dá início a prestação de serviço. Em uma simulação, a chegada do cliente é representada por uma distribuição de probabilidade, que retorna valores diferentes a cada vez que é chamada (WIJEWICKRAMA, 2006).

O tempo de atendimento pode ser determinístico (independente de influências externas) ou não determinístico (dependente, por exemplo, do tipo de atendimento requerido pelo cliente). Se for um valor não determinístico, também será representado como uma distribuição de probabilidade (LEAL 2003).

Sakurada e Miyake (2009) concluem que a simulação é uma técnica útil para avaliar o nível de serviço prestado, verificar a eficiência na utilização de recursos e prever o comportamento das filas conforme a variação da demanda.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Metodologicamente, este trabalho é de natureza aplicada, uma vez que busca solucionar problemas concretos, que estão relacionados ao gerenciamento de demanda e capacidade de um laboratório de análises clínicas. A abordagem é, portanto, quantitativa e a pesquisa é explicativa, pois as conclusões se originam da análise de dados coletados no ambiente de interesse e da identificação de causas determinantes na ocorrência de problemas. Utilizaram-se procedimentos de modelagem estatística e simulação. A modelagem permitiu representar o funcionamento do laboratório de análises clínicas, enquanto a simulação possibilitou analisar a maneira como o sistema responde a alterações nas variáveis que afetam o mesmo.

As atividades de pesquisa iniciaram com uma entrevista não estruturada aos sócios do laboratório, a fim de entender o problema de balanceamento na utilização de recursos e o elevado tempo de espera pelos pacientes. Neste momento, obtiveram-se informações sobre o processo de prestação do serviço laboratorial, turnos de trabalho existentes, multifuncionalidade de funcionários, horários de pico e estratégias vigentes para conter o problema das filas.

Na etapa seguinte, observou-se o funcionamento do laboratório com o objetivo mapear o processo e obter dados que viabilizassem a modelagem do sistema. Especificamente, os dados coletados foram: *a*) intervalo de tempo entre chegadas de pacientes; *b*) tempo de atendimento na recepção; *c*) tempo de atendimento na coleta; *d*) tempo de preparação da amostra para a análise clínica; *e*) tempo de realização de exames e *f*) número de recursos/atendentes disponíveis em cada processo. A observação foi realizada durante uma semana, de 2 de agosto

a 6 de agosto de 2010, no turno diurno (das 7h às 12h), identificado pela empresa como o período crítico do atendimento ao público.

A terceira fase do trabalho envolveu a análise dos dados coletados e dos registros obtidos junto à empresa e a definição das distribuições de probabilidade que representariam cada uma das variáveis do sistema. A partir destes dados, gerou-se um modelo matemático, que foi, então, validado junto aos gestores do laboratório como representativo do sistema de realização de exames. Após a validação do modelo, a quarta etapa consistiu em simular em planilha eletrônica o desempenho do sistema frente a variações de demanda e de capacidade de atendimento.

O laboratório onde o estudo foi realizado é uma pequena empresa privada, localizada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul e que atua no mercado de análises clínicas há mais de trinta anos. Trata-se de uma sociedade limitada de três sócios bioquímicos que, juntamente a uma funcionária biomédica, são responsáveis pelos exames realizados. A empresa conta ainda com a colaboração de outras 12 funcionárias, distribuídas em duas unidades operacionais – matriz e filial – conforme demonstrado na Tabela 1.

Atividade	Funcionárias	Unidade
Secretária	1	Matriz
Secretária/coleta/preparação	2	Filial
Coleta/preparação de amostras	8	Matriz
Coleta/preparação/financeiro	1	Matriz
Coleta/preparação/execução	1	Matriz
Total	13	-

Tabela 1- Funcionárias por atividade e unidade de negócio

A matriz do laboratório está instalada dentro do principal hospital da cidade, e a filial se encontra em outro ponto da mesma cidade, ao lado de uma clínica médica multifuncional. A filial dedica-se a um atendimento mais personalizado, em um ambiente calmo e agradável, com o qual se tem ampliada a abrangência do serviço prestado. Na matriz, o atendimento de pacientes do hospital é realizado durante 24 horas em todos os dias da semana. Já o atendimento ao público externo se dá das 7h às 19h nas duas unidades, de segunda à sexta-feira. São atendidos em média 3.800 pacientes por mês.

O laboratório oferece cerca de cem tipos de exames laboratoriais, pertencentes às seguintes áreas: Bioquímica, Hematologia, Urinálise, Parasitologia, Hormônios, Imunologia, Microbiologia entre outros. A maior parte destes exames é realizada pela própria empresa, porém alguns são terceirizados, uma vez que são requisitados com menor frequência e exigem altos investimentos em estrutura fixa. Todos os exames são realizados de forma particular ou através de convênios.

O processo de realização do exame pode seguir por diferentes vias (diferentes equipamentos e áreas físicas/salas), conforme os tipos de análises solicitadas. Entretanto, as etapas do processo, de maneira geral são padronizadas. Essas etapas estão representadas na Figura 1. O diagrama apresenta as ações dos clientes, dos funcionários e os processos de apoio à prestação do serviço.

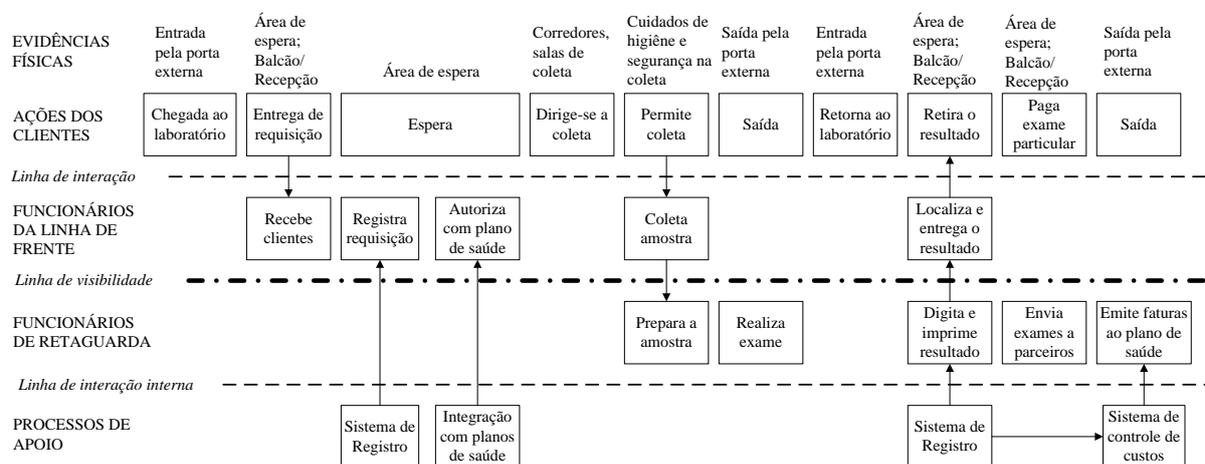


Figura 1 - Diagrama de funcionamento do laboratório

O escopo deste trabalho envolveu as atividades relacionadas às ações dos clientes, funcionários da linha de frente e funcionários de retaguarda, uma vez que a capacidade de atendimento e a satisfação do cliente estão diretamente relacionadas ao desempenho do sistema nesses três níveis.

Relatados os procedimentos metodológicos utilizados, as próximas seções destinam-se a demonstração dos dados obtidos e do modelo de simulação gerado, bem como à discussão dos resultados alcançados e das soluções propostas à empresa para otimizar o gerenciamento de capacidade e demanda.

RESULTADOS

O laboratório possui duas unidades que prestam o mesmo serviço, porém que possuem complexidades de funcionamento distintas. A filial atende a pacientes ambulatoriais e realiza

somente algumas das análises clínicas oferecidas ao público, pois não possui estrutura para realização de todos os exames. A matriz, por sua vez, atende a pacientes ambulatoriais e hospitalares e ainda realiza alguns exames provenientes da filial. Sendo assim, a última possui um sistema que apresenta maior complexidade de gerenciamento e por isso, foi escolhida para a modelagem. Uma vez criado o modelo, ele poderá ser utilizado também para estudos na filial. O fluxograma de simulação utilizado como base na criação do modelo é apresentado na Figura 2.

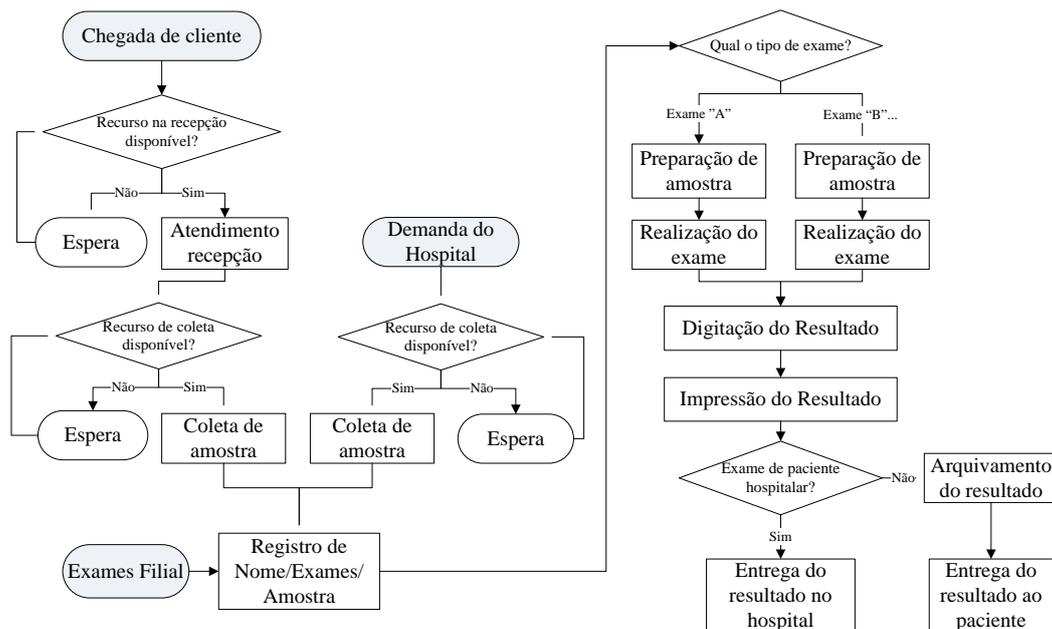


Figura 2 - Fluxograma de simulação

A partir da análise do fluxograma de simulação junto a um dos sócios do laboratório, identificaram-se as etapas do processo que agregam mais valor ao serviço e que determinam o ritmo de funcionamento da matriz: *a)* atendimento na recepção; *b)* atendimento na coleta; e *c)* preparação das amostras. Cada uma destas etapas foi modelada separadamente em planilha eletrônica.

A coleta ambulatorial e a hospitalar ocorrem em paralelo, utilizam recursos distintos e não possuem diferenças no procedimento básico de realização. Por esse motivo, a coleta no hospital não foi modelada. Além disso, optou-se por não modelar a realização dos exames, pois esta ocorre de forma automatizada; e os processos finais de digitação, impressão e entrega, que podem ser automatizados. Neste trabalho, considera-se que equipamentos e tecnologia não são restrições para o funcionamento do laboratório, uma vez que podem ser adquiridos e integrados ao sistema. Os recursos humanos, entretanto, são foco de interesse,

pois são essenciais na maioria das etapas e mesmo quando disponíveis, precisam ser gerenciados adequadamente para garantir um bom funcionamento do sistema.

O modelo matemático de cada etapa considera a demanda dividida em períodos de tempo e tempos médios de atendimentos independentes destes períodos. Fatores de carga e eficiência foram adicionados a fim de permitir a simulação de novos cenários de funcionamento do sistema. A Figura 3 apresenta o modelo criado para o atendimento na recepção, que foi utilizado como base para modelagem de todas as demais etapas.

DADOS						Recepção											
P	Pacientes	Tmed entre	Tmed atend.	Paciente	Aleat	Tempo entre chegadas	Hora da recep.	Aleat	Tempo atend.	Início atend.	Fim atend.	Tempo espera recep.	Ócio	Fila	Tempo espera acumul.	Tempo ocioso acumul.	
#	#	h	h	#	h	h	h	#	h	h	h	h	h	#	h	h	
				1		7,0000						7,0000					
Fator de carga	1,00			1	1	0,56	0,0268		0,0069	7,0268	7,0337	0,0000	0,0268	0	0,0000	0,0268	
Fator de eficiência	1,00			1	2	0,59	0,0238		0,0189	7,0506	7,0695	0,0000	0,0169	0	0,0000	0,0437	
Tempo mínimo de atend.	0,0022			2	3	0,20	0,0734		0,0114	7,1240	7,1353	0,0000	0,0545	0	0,0000	0,0981	
				3	4	0,34	0,0485		0,0092	7,1725	7,1817	0,0000	0,0372	0	0,0000	0,1353	
				4	5	0,40	0,0413		0,0190	7,2139	7,2329	0,0000	0,0321	0	0,0000	0,1675	
				5	6	0,80	0,0100		0,0056	7,2239	7,2385	0,0090	0,0000	1	0,0090	0,1675	
				6	7	0,25	0,0628		0,0277	7,2867	7,2867	0,0000	0,0482	0	0,0090	0,2157	
				8	9	0,25	0,0634		0,0301	7,3501	7,3802	0,0000	0,0357	0	0,0090	0,2513	
				9	10	0,69	0,0167		0,0131	7,3667	7,3802	7,3933	0,0135	0,0000	1	0,0225	0,2513
				10	11	0,26	0,0607		0,0060	7,4274	7,4334	0,0000	0,0341	0	0,0225	0,2855	
				11	12	0,88	0,0061		0,0140	7,4335	7,4474	0,0000	0,0001	0	0,0225	0,2855	
				12	13	0,53	0,0289		0,0059	7,4624	7,4682	0,0000	0,0149	0	0,0225	0,3004	
				13	14	0,08	0,1138		0,0253	7,5761	7,6014	0,0000	0,1079	0	0,0225	0,4083	
				14	15	0,12	0,0895		0,0377	7,6657	7,7034	0,0000	0,0643	0	0,0225	0,4726	
				15	16	0,89	0,0050		0,0191	7,6707	7,7034	7,7124	0,0327	0,0000	1	0,0552	0,4726
				16	17	0,13	0,0837		0,0197	7,7543	7,7740	0,0000	0,0319	0	0,0552	0,5045	
				17	18	0,57	0,0235		0,0136	7,7779	7,7914	0,0000	0,0039	0	0,0552	0,5083	
				18	19	0,61	0,0204		0,0071	7,7982	7,8054	0,0000	0,0068	0	0,0552	0,5151	
				19	20	0,20	0,0662		0,0098	7,8644	7,8742	0,0000	0,0590	0	0,0552	0,5742	
				20	21	0,77	0,0109		0,0086	7,8753	7,8839	0,0000	0,0011	0	0,0552	0,5753	
				21	22	0,25	0,0581		0,0040	7,9334	7,9375	0,0000	0,0496	0	0,0552	0,6248	
				22	23	0,97	0,0011		0,0506	7,9345	7,9375	7,9881	0,0029	0,0000	1	0,0581	0,6248
				23		0,85	0,0068		0,0429	7,9414	7,9881	8,0310	0,0468	0,0000	1	0,1049	0,6248

INPUTS						
Períodos	%	Qtd. Med. Atend.	Tmed entre	Tmed atend.		
7	7,5	1	20%	11	0,0455	0,0230 h
7,5	8	2	21%	12	0,0417	0,0230 h
8	8,5	3	25%	14	0,0357	0,0230 h
8,5	9	4	24%	13	0,0385	0,0230 h
9	9,5	5	8%	5	0,1000	0,0230 h
9,5	12,5	6	2%	1	3,0000	0,0230 h

Figura 3 - Modelo de simulação da recepção

Ao longo da elaboração dos modelos matemáticos, foram feitos testes a fim de validar a representatividade do modelo em relação ao sistema real. Os resultados das validações serão apresentados ao longo deste trabalho.

Recepção

A primeira variável analisada foi o tempo entre chegadas de pacientes externos no laboratório. Como a realização da maioria dos exames deve ocorrer em jejum, verificou-se que 98% dos pacientes solicitam atendimento no período da manhã, entre 7h e 9h30min, podendo haver mais alguns atendimentos até as 12h30min. A recepção trabalha também no período da tarde, porém apenas para entrega dos resultados dos exames. Verificou-se, durante a observação, que a entrega é rápida, não gera filas e não preocupa os gestores da empresa. Por este motivo, o sistema foi modelado apenas para o período da manhã.

Os tempos médios entre chegadas na recepção podem ser verificados na Tabela 2. A distribuição utilizada no modelo para representar os tempos entre chegadas foi a distribuição exponencial com média dependente do período em que o paciente chega no laboratório.

INPUTS						
Períodos			%	Qtd. Med. Atend.	Tmed entre chegadas	Tmed atend.
07:00:00	07:30:00	1	20%	11	00:02:44	00:01:23
07:30:00	08:00:00	2	21%	12	00:02:30	00:01:23
08:00:00	08:30:00	3	25%	14	00:02:08	00:01:23
08:30:00	09:00:00	4	24%	13	00:02:19	00:01:23
09:00:00	09:30:00	5	8%	5	00:06:00	00:01:23
09:30:00	12:30:00	6	2%	1	03:00:00	00:01:23

Tabela 2 - Dados de entrada para simulação da recepção

O tempo de atendimento pela secretária também foi representado pela distribuição exponencial com média independente do horário de atendimento. Além disso, considerou-se que apenas uma pessoa realiza esta atividade e que o tempo mínimo de atendimento é de 8 segundos, parâmetro de localização utilizado na distribuição.

A validação da modelagem pode ser verificada nas Figura 4 e Figura 5. O tempo médio entre chegadas e o tempo médio de atendimento obtidos através da simulação apresentaram pequena variação em relação aos tempos reais, o que valida o modelo criado para a simulação de novos cenários.

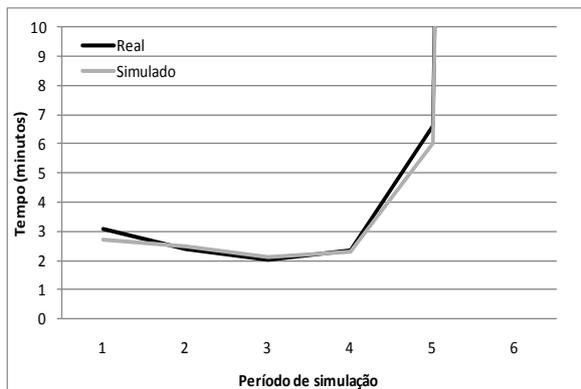


Figura 4 - Tempo médio entre chegadas na recepção

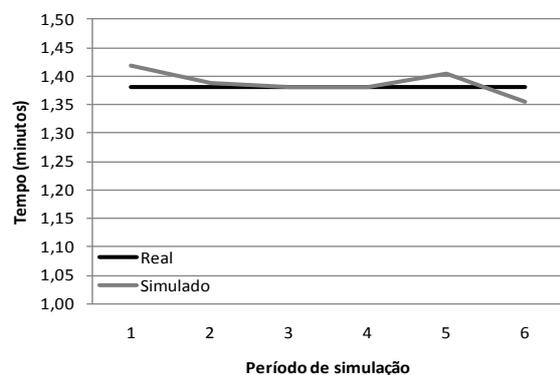


Figura 5 - Tempo médio de atendimento na recepção

Uma vez que o objetivo deste trabalho envolve a promoção de entendimento, pelos gestores do laboratório, do comportamento do sistema frente a variações de demanda e capacidade, simulou-se o funcionamento da recepção pelo período de 30 dias com diferentes cargas no sistema. Carga igual a 1 representa o sistema atual em que opera o laboratório. A partir desta simulação, analisaram-se os tempos médios de espera por atendimento e os tempos médios de ociosidade da secretária ao longo da manhã. A Figura 6 mostra o gráfico resultante desta simulação.

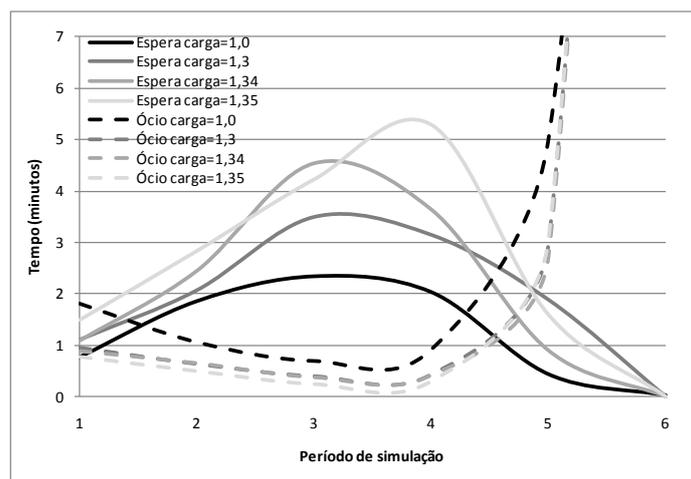


Figura 6 – Espera e ócio na recepção por período de simulação

Para o sistema com carga igual a 1 encontra-se um cenário com tempos ociosos crescentes a partir das 8h30 (período 4), tempo máximo de espera de 2min20s e média de espera de 1min30s. Há alternância de períodos dominados por espera e ócio e o tempo total de ociosidade é de 40 minutos, o que equivale a 12% do tempo. Há, portanto, a possibilidade de agregação de outras atividades ao trabalho da secretária, principalmente após o período 4.

Incrementando a demanda em 30%, o tempo médio de espera passa a ser de 2min18s, diminuindo a ociosidade total em 4 minutos e fazendo com que a mesma predomine apenas a partir do período 5. Neste caso, a secretária fica ocupada por mais tempo com o atendimento ao público e há ainda capacidade para incorporação de novas atividades após o período 5.

É desejável que a recepção mantenha um tempo médio de atendimento inferior ao tempo médio de atendimento da etapa seguinte, a coleta, que é de 2min53s para que se garanta o fluxo de trabalho no laboratório. Como o tempo médio de espera com carga 1,3 se aproxima do tempo médio de atendimento na coleta, analisaram-se as cargas 1,34 e 1,35, a fim de encontrar a capacidade máxima da recepção. Quando submetido à carga igual a 1,34, o sistema gera tempo médio de espera de 2min31s. Com carga 1,35, a média de espera passa a ser de 3min6s e conclui-se que a recepção tem capacidade para trabalhar com até 34% a mais de demanda, sem prejudicar a qualidade do serviço ou sobrecarregar o trabalhador.

Coleta

Os tempos entre chegadas na coleta são 3% maiores do que na recepção, uma vez que nem todos os pacientes que passam pela recepção realizam coleta de amostras. Estes tempos foram representados por uma distribuição exponencial com média dependente do período de chegada, conforme a Tabela 3. O tempo de atendimento foi modelado através de uma

distribuição de Weibull e o modelo, além fatores de carga e eficiência, permite modificar o número de atendentes na coleta.

INPUTS						
Períodos			%	Qtd. Med. Atend.	Tmed entre chegadas	Tmed atend.
07:00:00	07:30:00	1	20%	11	00:02:49	00:02:53
07:30:00	08:00:00	2	21%	12	00:02:34	00:02:53
08:00:00	08:30:00	3	25%	14	00:02:13	00:02:53
08:30:00	09:00:00	4	24%	13	00:02:23	00:02:53
09:00:00	09:30:00	5	8%	5	00:06:11	00:02:53
09:30:00	12:30:00	6	2%	1	03:05:24	00:02:53

Tabela 3 - Dados de entrada para simulação da fase de coleta de amostras

A validação do modelo de simulação do setor de coleta é apresentada nas Figura 7 e Figura 8. Apesar das variações verificadas nos tempos de atendimento, o tempo médio de atendimento do sistema simulado é igual à média real. Assim, pode-se constatar a representatividade do sistema real no modelo.

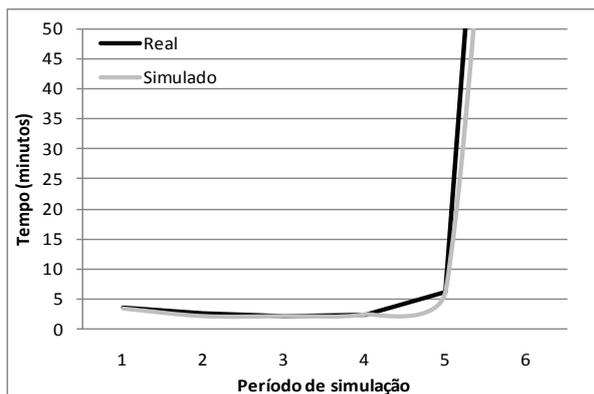


Figura 7 - Tempo médio entre chegadas na coleta

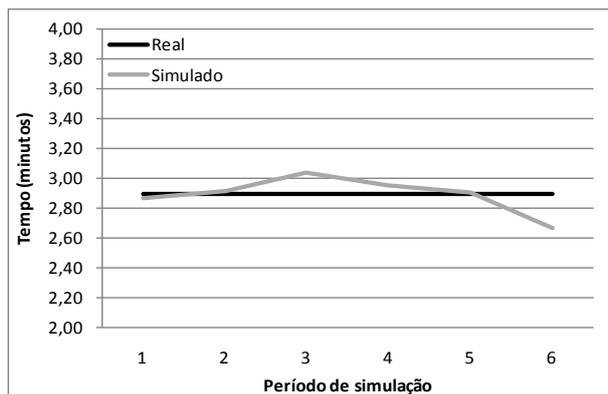


Figura 8 - Tempo médio de atendimento na coleta

Um dos desafios da gerência do laboratório é definir o mínimo de pessoas necessárias para atender a demanda na coleta, evitando longas esperas de pacientes. Por isso, realizou-se simulações com 1, 2 e 3 atendentes durante 30 dias para a carga original do sistema, igual a 1. O resultado das simulações, analisadas a partir das variações no tempo de espera e ócio das atendentes, é apresentado na Figura 9.

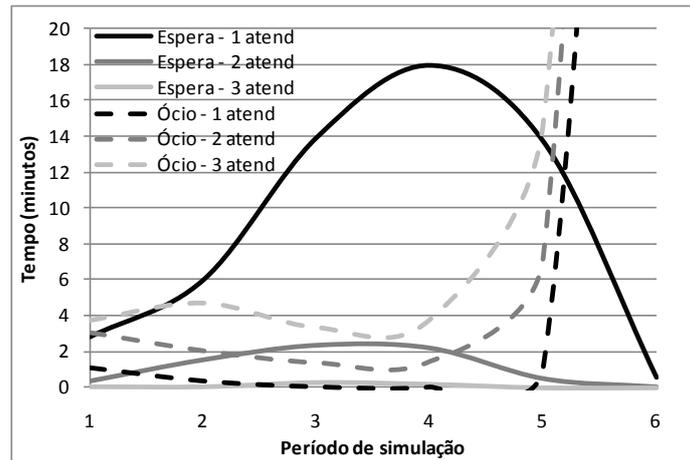


Figura 9 – Espera e ócio na coleta por período de simulação

A Figura 9 demonstra que há um pico de ociosidade para todas as cargas no período 6, o que está de acordo com os dados de entrada do sistema e evidencia que, independente do número de atendentes, neste período, é possível deslocar as atendentes para outras atividades.

No sistema com 1 atendente predominam tempos de espera elevados até o fim do período 5 e a ociosidade totaliza 2min45s até este período. O tempo máximo de espera é de 18 minutos e as filas podem aparecer ao longo de toda a manhã, gerando descontentamento dos pacientes. Ao alocarem-se 2 atendentes na coleta, percebe-se aumento de 12min14s na ociosidade até o período 5 e grande diminuição no tempo de espera, que passa a ser de no máximo 2min21s. Realizando-se a coleta com 3 atendentes, o tempo máximo de espera passa a ser de 17 segundos, porém a ociosidade aumenta em 27min33s até o período 5. Conclui-se então, que são necessários no mínimo 2 atendentes na coleta para que a espera dos pacientes não gere descontentamento e os recursos sejam bem utilizados.

A definição de utilização de dois ou três atendentes, entretanto, deve considerar critérios como: (i) estratégia de rapidez no atendimento, que viria a justificar o uso de 3 pessoas coletando amostras; (ii) disponibilidade de mão-de-obra ou possibilidade de contratação; (iii) ampliação de estrutura física, uma vez que, atualmente, o laboratório possui capacidade para realizar apenas duas coletas em paralelo; (iv) e aumento de demanda. Os critérios i, ii e iii relacionam-se com interesses particulares da empresa que não são foco deste trabalho. O critério iv, contudo, está diretamente relacionado aos objetivos de promover entendimento do sistema e por isso, será analisado.

Assim, considerando 2 e 3 atendentes, simulou-se o comportamento do sistema frente a variações de demanda. O resultado dessas simulações é apresentado nas Figura 10 e Figura 11, em que são verificados os tempos de espera e ócio acumulados.

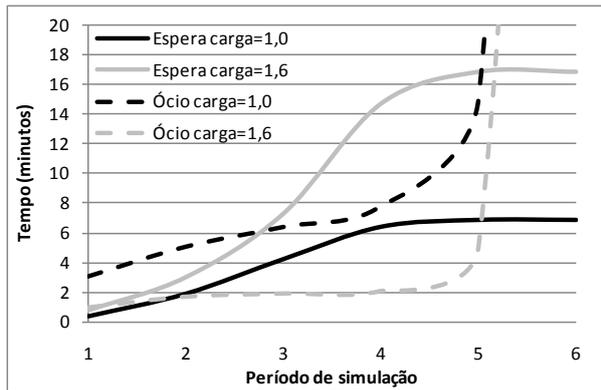


Figura 10 – Espera e ócio acumulados na coleta
- 2 atendentes

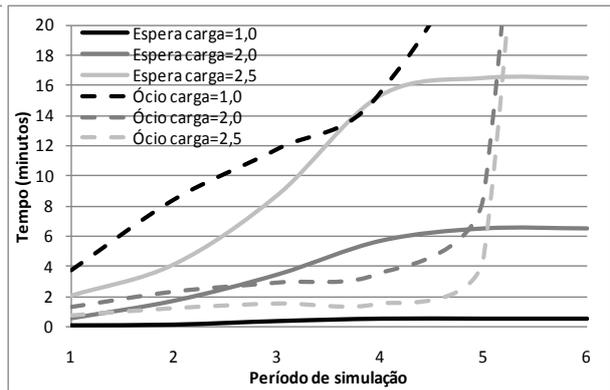


Figura 11 - Espera e ócio acumulados na coleta
- 3 atendentes

O sistema com 2 atendentes e carga igual a 1 gera tempo de espera acumulado de 6min53s e ociosidade total de 2h10min. Tempos semelhantes são obtidos no sistema com 3 atendentes quando submetido a carga igual a 2. O tempo de espera acumulado neste último sistema é de 6min31s e a ociosidade acumulada é de 1h45min. Desta análise, verifica-se que ao alocar 3 atendentes na coleta, a capacidade do sistema dobra e a ociosidade dos atendentes diminui.

Aumentando-se a demanda do sistema com 2 atendentes em 60%, obtém-se tempo de espera acumulado de 16min50s e 1h51min de ociosidade acumulada. No sistema com 3 atendentes obtém-se tempos de espera e ociosidade aproximados ao aplicar carga 2,5. Acima destas cargas, os dois sistemas apresentam tempos de espera elevados, que podem gerar descontentamento. Conclui-se, então, que 2 atendentes são necessários para atender à cargas de até 1,6 e 3 atendentes atendem de maneira eficaz à cargas de 1,6 a 2,5.

Preparação de amostras

A etapa de preparação das amostras é a etapa mais complexa entre os procedimentos de retaguarda na matriz do laboratório. Nessa etapa são preparadas amostras coletadas de pacientes ambulatoriais, hospitalares e da filial. É importante salientar que os exames do hospital chegam em lotes de tamanhos diversos ao longo do dia e os da filial chegam em um lote único no final da manhã. Para fins de simulação, esses lotes foram distribuídos ao longo de alguns períodos de tempo, conforme mostra a Tabela 4.

INPUT							INPUT						
Períodos			Origem	Qtd. Med. Atend./Dia	Qtd. Med. Exames	Total	Tmed entre chegadas	Tipo	Exame	Qtde. Med./Dia	%	% Acumul	Tempo preparação
07:00:00	07:30:00	1	Ambulatorial	11	4	44	00:02:17	1	Bioquímica	160	40%	40%	00:05:00
07:30:00	07:35:00	2	Hospital	9	4	36	00:00:33	2	Hematologia	60	15%	55%	00:02:00
07:35:00	08:00:00	3	Ambulatorial	12	4	48	00:02:30	3	Urinálise	60	15%	70%	00:04:00
08:00:00	08:30:00	4	Ambulatorial	14	4	56	00:02:06	4	Parasitologia	40	10%	80%	00:04:00
08:30:00	08:35:00	5	Hospital	9	4	36	00:00:33	5	Hormônios	40	10%	90%	00:10:00
08:35:00	09:00:00	6	Ambulatorial	13	4	52	00:02:11	6	Imunologia	20	5%	95%	00:08:00
09:00:00	10:00:00	7	Ambulatorial	4	4	16	00:06:00	7	Microbiologia	20	5%	100%	00:02:00
10:00:00	11:00:00	8	Hospital	19	4	76	00:03:00						
11:02:00	11:30:00	9	Filial	28	2	56	00:01:00						
11:30:00	23:59:00	10	Amb. + Hosp	9	4	36	01:30:00						

Tabela 4 - Dados de entrada para simulação da preparação de amostras

A quantidade média de amostras e de exames foram obtidas em registros do laboratório. Os tempos entre chegada foram modelados através de uma distribuição exponencial, com média dependente do período de chegada. Já os tempos de preparação foram obtidos por uma distribuição de Weibull com média dependente do tipo de exame solicitado.

O modelo de simulação da preparação gera amostras provenientes de diferentes origens (ambulatório, filial e hospital) de acordo com cada período de simulação e também gera diferentes tipos de exames, conforme probabilidade obtida nos registros históricos. A comparação dos resultados reais com os simulados é apresentada nas Figuras 12 a 15, as quais comprovam a representatividade do modelo.

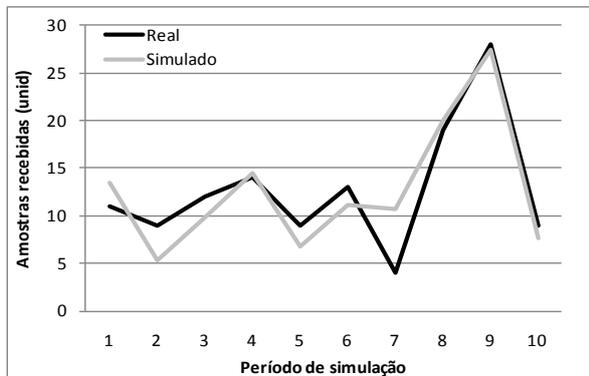


Figura 12- Quantidade média de amostras por período de simulação

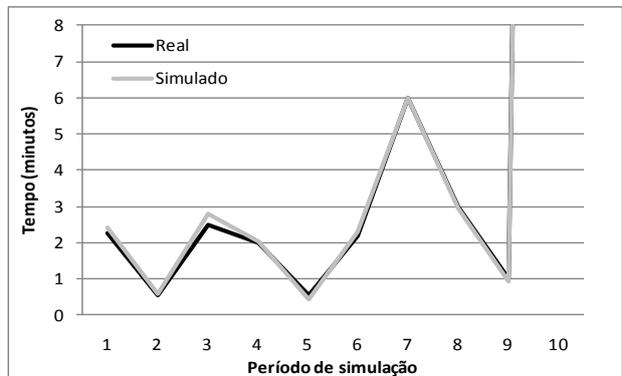


Figura 13 - Tempo médio entre chegadas por período de simulação

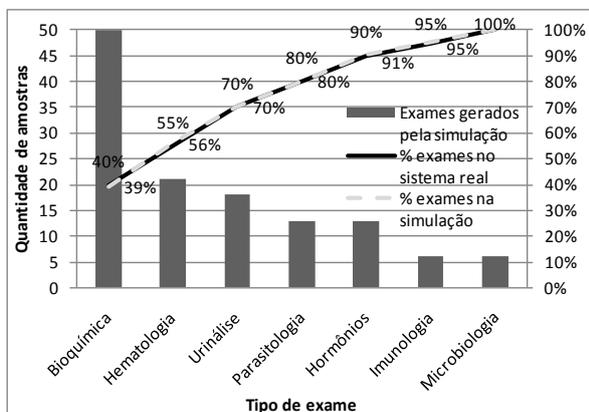


Figura 14 - Quantidade de amostras por tipo de exame

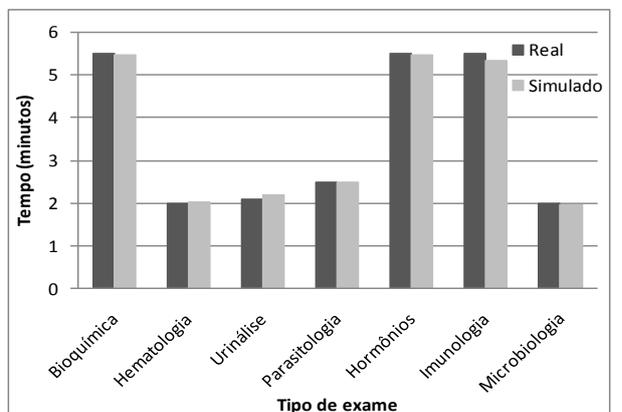


Figura 15 - Tempo médio de preparação por tipo de exame

A preparação é a etapa interna de maior demanda no laboratório, por isso, a definição do número de funcionárias trabalhando na preparação é fundamental para a realização dos exames dentro do prazo estabelecido junto ao cliente. A fim de identificar o número ideal de preparistas, realizaram-se simulações durante 30 dias, observando os tempos de espera e ócio em cada período. O resultado destas simulações é apresentado na Figura 16.

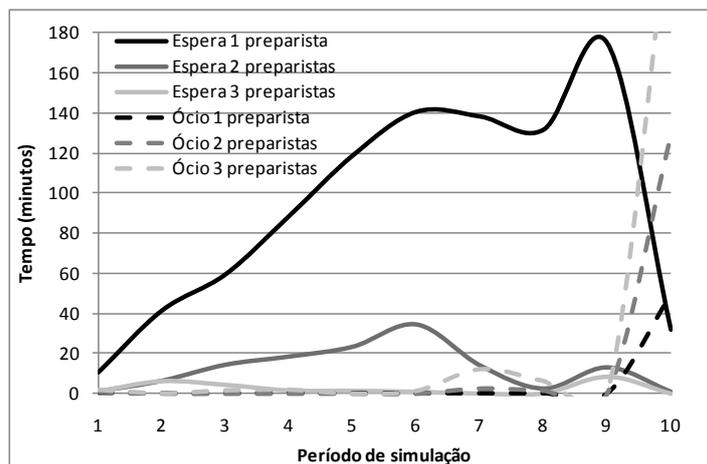


Figura 16 – Espera e ócio na etapa de preparação de amostras por período de simulação

Analisando a Figura 16, pode-se perceber os aumentos nos tempos de espera gerados pela chegada do maior lote de amostras do hospital, no período 8, e da filial, no período 9. O tempo máximo de espera no sistema com um preparista chega a 2 horas no nono período, o que quebra o fluxo produtivo nas etapas seguintes, prejudicando a entrega dos exames.

Adicionando-se outro preparista ao sistema, o tempo máximo de espera das amostras cai de 2 horas para 34 minutos, o tempo médio passa a ser de 12min46s e a ociosidade acumulada aumenta de 9min50s para 26min30s. Adicionando ainda um terceiro preparista, reduz-se o tempo máximo de espera para 8min, a média de espera para 2min19s e aumenta-se a ociosidade em 43min.

Considerando que a maioria dos exames tem prazo de entrega de 24h, não há necessidade de testes com um quarto preparista, pois nada impede que as amostras permaneçam na fila por algum tempo, desde que este tempo não prejudique a realização dos exames no prazo combinado. Dessa análise conclui-se, então, que o sistema deve operar com 2 ou 3 preparistas, de acordo com o perfil de demanda que venha a se estabelecer.

A fim de auxiliar na definição do número de preparistas conforme alterações de demanda, foram realizadas simulações com 2 e 3 preparistas e diferentes cargas no sistema, conforme demonstrado nas Figuras 17 e 18, nas quais são analisadas as médias móveis em cada período.

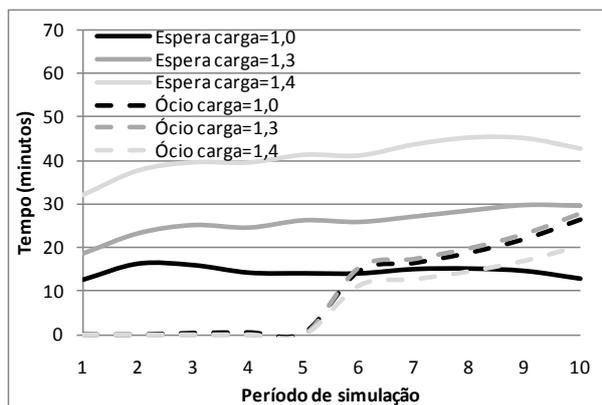


Figura 17 – Espera e ócio na prep. de amostras com 2 preparistas

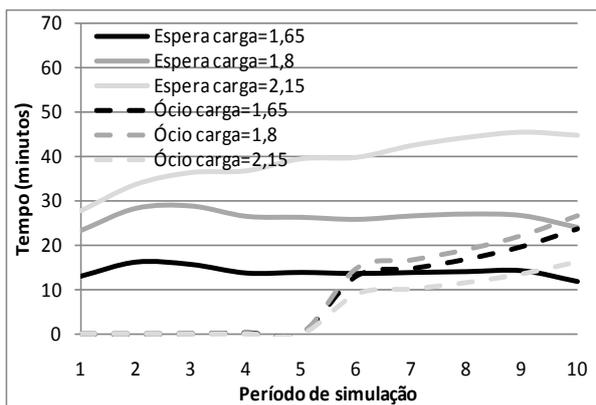


Figura 18 – Espera e ócio na prep. de amostras com 3 preparistas

A partir do resultado das simulações, verifica-se que o tempo médio de atendimento no sistema com 2 preparistas e carga igual a 1 é de 14min30s. Média semelhante é obtida no sistema com 3 preparistas ao submetê-lo à carga igual a 1,65. Ainda, ao submeter 2 preparistas à carga de 1,3, obtém-se tempo médio de espera de 25min48s, similar ao que o sistema com 3 preparistas geram sob carga de 1,8. Percebe-se, portanto, que não há linearidade no aumento da capacidade.

Além disso, quando 2 preparistas atendem à carga de 1,4, o tempo médio de espera passa a ser de 40min48s, limite admitido para que o sistema como um todo não seja prejudicado. Assim, 40% de aumento na demanda é o máximo admitido para o sistema com 2 preparistas. Já para o sistema com 3 preparistas, a carga máxima é de 2,15.

CONCLUSÃO

Este trabalho propôs a utilização da simulação de eventos discretos para a modelagem da rotina de trabalho de um laboratório de análises clínicas. O estudo visou proporcionar à gerência da empresa entendimento sobre o comportamento do sistema frente a variações de demanda, gerando informações que auxiliem na diminuição da espera dos clientes e na otimização do uso dos recursos. A aplicação da simulação não é uma prática muito explorada no setor de serviços, conforme Sakurada e Miyake (2009) e, portanto, este trabalho contribui para a diminuição desta lacuna.

A modelagem do sistema foi realizada após coleta de dados históricos e observação do funcionamento real do laboratório. Somente as etapas principais de funcionamento da matriz, recepção, coleta e preparação de amostras, foram modeladas, uma vez que o funcionamento do sistema depende de seu desempenho e o procedimento na filial pode ser estudado a partir dos mesmos modelos. Tecnologia e automação de processos não foram consideradas restrição ao trabalho, pois podem ser adquiridas e incorporadas, enquanto o capital humano ainda que

integrado, precisa ser gerenciado de forma adequada para que se obtenha desempenho satisfatório. Cada modelo foi criado com demanda dividida em períodos e parâmetros de carga e eficiência que permitem a criação de novos cenários. Na coleta e na preparação de amostras pode-se também alterar o número de funcionários alocados na tarefa.

Através da modelagem da recepção percebeu-se que o sistema trabalha com ociosidade no período simulado, o que possibilita agregação de outras atividades pela secretária. Um aumento de até 34% na demanda pode ser absorvido sem prejuízo no serviço prestado.

Na coleta observou-se que a alocação de apenas 1 atendente para esta função gera tempos de espera elevados. Dois atendentes revelaram-se como o número mínimo necessário para atendimento ao sistema com carga igual a 1 e um máximo de 60% de aumento na demanda. Além disso, 3 atendentes se fazem necessários para atender a cargas de 1,6 até 2,5.

A preparação, como etapa de maior demanda entre os procedimentos de retaguarda, também não opera de forma adequada com apenas 1 preparista. O uso de 2 preparistas diminui em cerca de 72% o tempo de espera das amostras e um terceiro preparista só é necessário quando a carga superar o valor de 1,4. A grande quantidade de exames realizados pelo laboratório dificultou a modelagem desta etapa, pois para tornar a simulação viável foi necessário agrupar os exames em grandes grupos. Um trabalho mais detalhado poderia focar apenas na modelagem desta atividade, contemplando as peculiaridades na preparação de todos os exames a fim de verificar a carga de trabalho imposta aos trabalhadores por cada tipo de exame solicitado.

Além disso, para completar este estudo, sugere-se ainda, a realização de uma análise de viabilidade da automatização dos processos de digitação, impressão e entrega, bem como da ampliação da estrutura física do laboratório, que permita, em caso de aumento de demanda, que se trabalhe com 3 atendentes na coleta de amostras.

Em suma, o modelo criado se mostrou adequado a simulação da dinâmica de trabalho do laboratório e útil à tomada de decisão em relação à gestão da capacidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANKS, J.; CARSON II, J. S.; NELSON, B. L.; NICOL, D. M. *Discrete-Event System Simulation*. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009.

BECKER, A. A. *A Gestão do Laboratório de Análises por Meio de Indicadores de Desempenho Através da Utilização do *Balanced Scorecard**. Trabalho de Conclusão do Curso

de Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2004.

BRANDALISE, L. T. A Aplicação de um Método de Gerenciamento para Identificar Aspectos e Impactos Ambientais em um Laboratório de Análises Clínicas. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2001.

COUCHMAN, A.; JONES, D. I.; GRIFFITHS, K. D. Predicting the future performance of a clinical biochemistry laboratory by computer simulation. *Simulation Modelling Practice and Theory* 10, p. 473–495, 2002.

FISHMAN, J. F. *Discrete-event simulation: modeling, programming, and analysis*. Berlin: Springer-Verlag, 2001.

FITZSIMMONS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. *Administração de serviços: operações, estratégias e tecnologia de informação*. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

GOLDSCHMIDT, H. M. J.; VRIES, J.C.M.; MERODE G.G. Van; DERKS, J. J. M. A workflow management tool for laboratory medicine. *Laboratory Automation and Information Management* 33, p. 183-197, 1998.

GRÖNROOS, Christian. *Marketing y gestión de servicios*. Madrid: Díaz de Santos, 1990.

LEAL, Fabiano. Um diagnóstico do processo de atendimento a clientes em uma agência bancária através de mapeamento do processo e simulação computacional. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI, Itajubá, 2003.

MERODE, Van G.G.; OOSTEN, M.; VRIEZE O. J.; DERKS, J.; HASMAN A. Optimisation of the structure of the clinical laboratory. *European Journal of Operational Research* 105, p. 308-316, 1998.

OLIVEIRA, A.R.; PROENÇA, A. Estratégia em ambiente de mudança: o caso de um Laboratório de Análises Clínicas. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba , 2002.

SAKURADA, N; MIYAKE, D. I. Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços. *Gestão e Produção*. São Carlos, v. 16, n.1, Mar. 2009.

STADNICK, K. T; COELHO, C. C. de S. R. Gestão do Conhecimento e Complexidade – Um Estudo de Caso do Sistema Produtivo do Setor de Análises Clínicas de um Hospital Universitário. *Gestão Industrial*. Paraná, v.02, n.3, p. 29-43, 2006.

WIJEWICKRAMA, A. K. A. Simulation analysis for reducing queues in mixed-patients' outpatient department. *International Journal of Simulation Modeling*. V.5, n.2, p. 56-68, 2006.