



<https://doi.org/10.26512/gs.v12i01.32821>

Revista Gestão & Saúde ISSN: 1982-4785

De la Veja RC, Klojda TN, Alexandre RA, Spiegel T.

ARTIGO ORIGINAL

Análise por simulação de melhoria de processos na entrada de unidade de atenção primária de saúde

Analysis by simulation of process improvement at the entrance of a primary care unit

Análisis por simulación de mejora de procesos a la entrada de unidad de atención primaria

Rafael Consentino de la Veja¹

Thiago Nunes Klojda²

Rodrigo e Alvim Alexandre³

Thaís Spiegel⁴

Recebido: 28.07.2020

Aprovado: 06.11.2020

RESUMO

Este artigo analisa uma proposta de redesenho de processos da porta de entrada de uma unidade de atenção primária em saúde no Município do Rio de Janeiro. O principal redesenho proposto foi a unificação das filas dos guichês, deixando de estratificar usuários de acordo com sua equipe. Dados coletados em visitas de campo foram usados para construir um modelo de simulação de eventos discretos. Foram analisados os impactos do redesenho sobre o tempo médio de espera em fila, sobre o tamanho médio da fila e sobre a taxa de ocupação dos guichês. Os resultados da simulação apontam para uma redução de 89,9% do tempo médio em fila, passando de 465,5 segundos para 47,2 segundos. Correspondentemente, o tamanho médio da fila foi reduzido de 0,9 usuários para 0,6 usuários. Ainda, houve a redução de um guichê e aumento na taxa média de utilização dos guichês, de 56,9% para 67,4%, aumentando a produtividade sem geração de sobrecarga. Estudos futuros poderão explorar o relaxamento de restrições nas premissas do modelo e a replicabilidade dos resultados em unidades de saúde semelhantes.

Palavras-chave: Atenção Primária à Saúde; Simulação por Computador; Provisão e distribuição; Análise Estatística; Acesso aos Serviços de Saúde.

ABSTRACT

This article analyses a process redesign proposal at the entrance to a primary care unit in Rio de Janeiro city. The main redesign is the unification of queues, instead of having users redirected to a specific queue according to their primary care team. Data collected in field visits were used to build a simulation model. Impacts were

¹ Mestre em Engenharia de Produção. Engenheiro de Produção e Economista. Professor substituto na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro/RJ. Brasil. E-mail: delavega@poli.ufrj.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3754-3258>

² **Autor correspondente.** Engenheiro de Produção. Pesquisador LEGOS/UERJ - Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro/RJ. Brasil. E-mail: thiago.klojda@producao.uerj.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4352-8019>

³ Doutorando. Mestre em Engenharia de Produção. Engenheiro de Produção. Professor do Magistério Superior Substituto/Universidade Federal Fluminense/UFF. Rio de Janeiro/RJ. Brasil. E-mail: alvim.rodrigo@yahoo.com.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7974-6611>

⁴ Doutora e Mestre em Engenharia de Produção. Professora Adjunta na Universidade Estadual do Rio de Janeiro/ UERJ. Rio de Janeiro, RJ. Brasil. E-mail: thaís@eng.uerj.br ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7801-8492>

analyzed regarding the average waiting time in queue, the average size of queues, and the occupation rate of the reception counters. Results indicate a drop in 89,9% of the average waiting time in queue, from 465,5 seconds to 47,2 seconds. The average size of queues was, correspondently, reduced from 0,9 users to 0,6. Also, the average occupation rate of counters was raised from 56,9% to 67,4%, raising productivity without overloading workers. Future studies could explore the consequences of relaxing restrictions on the premises of the model and the replicability of the results on similar healthcare units.

Keywords: Primary Health Care; Computer Simulation; Supply and distribution; Statistical Analysis; Health Services Accessibility.

RESUMEN

Este artículo evalúa una propuesta de rediseño de proceso en la entrada de una unidad de atención primaria en la ciudad de Río de Janeiro. El rediseño principal es la unificación de las colas a cambio de direccionar los usuarios a una cola según su equipo de atención primaria. Datos colectados en visitas a la unidad se usaron para construir un modelo de simulación. Se evaluaron los impactos sobre el tiempo de espera promedio en la cola, el tamaño promedio de las colas y la tasa de ocupación de los mostradores de la recepción. Los resultados indican una reducción en 89,9% del tiempo de espera promedio en la cola, de 465,5 segundos a 47,2 segundos. Además, el tamaño promedio de las colas ha reducido, de 0,9 usuarios a 0,6. Al final, la tasa de ocupación promedio de los mostradores se elevó del 56,9% al 67,4%, aumentando la productividad sin generar sobrecarga. Estudios futuros podrían explorar las consecuencias de relajar restricciones en las premisas del modelo y la replicabilidad de los resultados en unidades de salud similares.

Palabras clave: Atención Primaria de Salud; Simulación por Computador; Provisión y distribución; Análisis Estadístico; Accesibilidad a los Servicios de Salud.

1 Introdução

O estudo deste artigo foi realizado no âmbito de um projeto de extensão realizado perante a rede de atenção primária do Município do Rio de Janeiro. O artigo concentra-se em uma das frentes desse projeto: a reestruturação dos processos na porta de entrada das clínicas da família (CF) e centros municipais de saúde (CMS) do município, construída em um processo colaborativo com agentes da área.

Cada usuário do Sistema Único de Saúde (SUS) é vinculado a uma equipe de profissionais de saúde, de acordo com seu local de residência. A vinculação de usuários a equipes favorece que estes sejam atendidos pelos mesmos profissionais ao longo do tempo. Salvo raras exceções, há mais de uma equipe operando em cada unidade – a média gira em torno de 4 a 5 equipes.

Os processos da porta de entrada da atenção primária têm início com a chegada de um novo usuário buscando algum tipo de atendimento na unidade e se encerram com a definição de um encaminhamento para esse usuário – seja a colocação na lista de atendimento para consultas médicas ou de enfermagem do dia; seja o agendamento de uma consulta médica ou de enfermagem para outra data; seja o direcionamento para setores específicos, como vacinação, farmácia etc.

Na situação inicial do processo, havia tipicamente um único posto nas unidades, o Contato Inicial, composto por guichês operados por agentes comunitários de saúde (ACS), os mesmos profissionais que realizam as visitas domiciliares. Nesta circunstância, cada usuário que buscava atendimento na unidade se dirigia ao guichê específico de sua equipe e fazia um relato inicial ao ACS dos motivos

de sua ida à unidade. Em geral, esse ACS, em contato com médicos e enfermeiros, encaminhava o usuário (consulta no dia ou agendamento, consulta com médico ou com enfermeiro etc.).

O atendimento de usuários exclusivamente em guichê operado por um ACS tende a aumentar as chances de que o usuário seja recebido na unidade por um profissional que o acompanhe diretamente. No entanto, visto que há mais de um ACS por equipe, isso não irá ocorrer em todos os casos. Na verdade, o mais provável é que o usuário seja atendido por um ACS que, embora de sua equipe, não seja diretamente responsável pelas visitas em seu domicílio. Além disso, este arranjo conduz, por vezes, ao efeito negativo de manter o usuário aguardando na fila de sua equipe mesmo quando guichês de outras equipes estão ociosos.

Sendo assim, uma das propostas geradas no âmbito do projeto de extensão foi a remoção da estratificação por equipes nos guichês da porta de entrada.

No posto Posso Ajudar, um ACS posicionado na entrada procede ao reconhecimento da demanda e direciona o usuário para o local de espera adequado, além de zelar pela organização geral das filas, em especial próximo à entrada da unidade. No Contato Inicial, o processo continua semelhante ao anterior, porém, com duas alterações importantes. A primeira é a remoção da estratificação por equipes, que é foco desse estudo. A segunda é a criação de um segundo tipo de guichê, chamado de guichê de registro (*check-in*). O guichê de registro é responsável por tipos de atendimentos com tempos-padrão mais reduzidos, enquanto os guichês gerais são responsáveis pelos atendimentos tipicamente mais demorados.

Em face do exposto, esse artigo tem como objetivo principal estimar a redução do tempo de espera na fila, a taxa de utilização dos guichês e o tamanho da fila no posto Contato Inicial, a partir da remoção da estratificação por equipes. Seu objetivo secundário é avaliar a aplicabilidade da análise por modelo de simulação e conseqüentemente estimular o seu uso e o de técnicas de Engenharia de Produção no âmbito da saúde. O estudo de campo foi realizado em um Centro Municipal de Saúde do Município do Rio de Janeiro que possui sete equipes operando em seu prédio principal. Como o sistema de informações das unidades não permite a extração de relatórios com os marcos temporais dos usuários atendidos na unidade, optou-se pela simulação de eventos discretos como método para realizar o estudo em questão.

Para construir o modelo de simulação, foram coletados os tempos referentes aos intervalos entre chegadas de usuários na unidade e aos tempos de atendimento nos guichês. Essa coleta foi feita por observação direta em visitas realizadas ao longo de 5 dias, em diferentes horários. Vale destacar que nos dias em que as coletas de dados foram realizadas, as alterações propostas para os processos da porta de entrada da unidade estavam parcialmente implantadas. Em especial, o guichê de registro ainda estava operando de forma inconstante.

Metodologicamente, este artigo está organizado em cinco seções, incluindo essa introdução. A seção 2 expõe uma revisão da literatura sobre simulação de eventos discretos aplicados em saúde. A seção 3 apresenta o método do estudo, incluindo breve discussão sobre simulação por eventos discretos, o método para coleta e tratamento dos dados e a construção do modelo de simulação utilizado no estudo. A seção 4 apresenta os resultados obtidos no modelo de simulação e a seção 5 conclui o artigo.

2 Revisão da Literatura

No Brasil, a saúde é definida constitucionalmente como um direito fundamental e dever do Estado, e o Ministério da Saúde destaca que o sucesso do Sistema Único de Saúde (SUS) depende de uma rede que seja capaz de prevenir riscos, cuidar de doenças e reabilitar pessoas com problemas⁽¹⁾. No arranjo brasileiro, a Atenção Primária à Saúde (APS) desempenha o papel de coordenar o cuidado e de organizar o acesso dos usuários para os demais pontos de atenção. Mendes^(2, p. 103) menciona o amparo legal a essa visão no Decreto Presidencial nº 7.508, em que a APS é posta como “uma das ações e serviços de saúde mínimos para a instituição de uma região de saúde”, além de ser definida como porta de entrada para a rede de atenção à saúde, referenciando acesso a ações hospitalares e ambulatoriais. Portanto, neste contexto, a atenção primária diz respeito aos principais problemas de saúde de uma comunidade e promove serviços de prevenção, tratamento e reabilitação. Há indícios fortes de que um sistema de atenção primária forte pode melhorar o estado de saúde de uma população ao mesmo tempo que reduz os gastos no setor de saúde. O cuidado continuado para condições crônicas e tratamento proativo de fatores de risco podem prevenir ou postergar complicações e diminuir custos com o de hospitalização, por exemplo⁽³⁾.

Três áreas que impactam significativamente o fluxo do paciente são o (I) agendamento e admissão do paciente, (II) direcionamento e esquemas de fluxo, e (III) a disponibilidade de recursos⁽⁴⁾. O redesenho proposto no presente trabalho impacta diretamente no processo de admissão do paciente na unidade.

A simulação de eventos discretos tem se tornado uma ferramenta notória e efetiva de tomada de decisão para melhorar o fluxo de pacientes, e a maior parte dessas simulações na saúde é feita numa tentativa de apoiar tomadas de decisão nos âmbitos operacionais e de planejamento^(4, 5). Tal fato é reflexo do aumento no número de estudos de simulação de eventos discretos, principalmente após 2010, assim como evoluções nos *softwares* de simulação que facilitam a tarefa^(4, 6). O foco da maior parte dos artigos de simulação de eventos discretos em saúde é a solução de problemas específicos das unidades, como, por exemplo a redução do tempo de espera em fila dos pacientes⁽⁷⁾. As filas ocorrem quando a demanda de curto prazo excede a capacidade, o que geralmente ocorre por variações no tempo de atendimento e no intervalo entre chegadas do paciente. A probabilidade de o

paciente desistir do serviço antes de ser atendido é proporcional ao tempo de espera⁽⁸⁾. Adicionalmente, conforme destacado por Aziati e Hamdan⁽⁸⁾, longos tempos de espera levam o paciente a desistir de agendar consultas, aumentam a quantidade de *não comparecimento*, entre outros impactos. Nesse sentido, a redução do tempo de espera em fila tem grande importância para que a APS cumpra seu objetivo, conforme expresso nos primeiros parágrafos da revisão.

Devido ao rico potencial da ferramenta de simulação, há um esforço científico para usar a simulação em cenários mais integrados, como em hospitais ou em serviço de saúde contínuo⁽⁶⁾. Ordu *et al.*, por exemplo, desenvolveram um sistema de apoio a decisão para o departamento de acidentes e emergência de um hospital na Inglaterra, a partir da combinação de modelos de previsão de séries temporais com simulação de eventos discretos⁽⁹⁾. Mais especificamente, Ordu *et al.* compararam quatro modelos de previsão de séries temporais para prever a demanda diária de pacientes. Após escolherem o modelo com menor MASE (*mean absolute scaled error*), utilizaram a demanda prevista como dado de entrada no modelo de simulação. A partir do modelo de simulação, os autores puderam estudar a capacidade do sistema no futuro previsto, a partir de uma série de métricas, tais como o número de pacientes atendidos e a taxa de utilização dos recursos⁽⁹⁾.

Hasan *et al.*, por outro lado, empregaram a simulação de eventos discretos para avaliar o impacto de algumas políticas operacionais no tempo médio de espera do paciente por leito, bem como na taxa geral de admissão de paciente em uma unidade de tratamento intensivo⁽¹⁰⁾.

Marquezine *et al.* aplicaram a simulação de eventos discretos a um centro básico de saúde em Minas Gerais, Brasil. A partir do modelo, eles puderam estimar algumas métricas, como o número de pacientes tratados por dia, a taxa de ocupação dos recursos humanos, o tamanho das filas, os tempos de espera e o tempo total gasto pelos pacientes no sistema. Munidos dessas informações fornecidas pelo modelo de simulação, os autores puderam propor melhorias ao sistema⁽¹¹⁾.

Aziati e Hamdan utilizaram a simulação de eventos discretos para modelar o departamento ambulatorial de um hospital público na Malásia. A partir do modelo de simulação, os autores puderam estimar o tempo médio de espera na fila, o tempo médio de atendimento, o tempo total médio no sistema, a quantidade de pacientes atendidos e a taxa de utilização dos servidores. A partir da aplicação da simulação, eles puderam identificar algumas oportunidades de melhorias no sistema⁽⁸⁾.

Al-Mashraie *et al.* utilizaram a simulação de eventos discretos para estudar as atividades envolvidas na alta hospitalar de um hospital na Jordânia. Mais especificamente, os autores utilizaram um modelo de simulação para identificar as atividades que não agregam valor, bem como, para avaliar o impacto das mudanças sugeridas com vistas à redução do tempo total no sistema⁽¹²⁾.

3 Método

Esta seção apresenta o método da coleta de dados até a construção do modelo de simulação. A seção 3.1 descreve brevemente no que consiste a simulação por eventos discretos. A seção 3.2 detalha o procedimento de coleta de dados. A seção 3.3 apresenta o tratamento inicial dos dados, detalhando premissas adotadas e limitações do modelo, além de apresentar a estatística descritiva básica. A seção 3.4 detalha o processo de estimativa da distribuição do intervalo entre chegadas de usuários, e a seção 3.5 faz o mesmo para o tempo de atendimento nos guichês. Por fim, a seção 3.6 apresenta o modelo de simulação construído no *software* JaamSim.

3.1 Simulação de eventos discretos

Conforme exposto por Banks *et al.*⁽¹³⁾, a simulação de eventos discretos consiste na modelagem de sistemas em que as variáveis de estado mudam em pontos discretos no tempo. Neste contexto, Sokolowski e Banks⁽¹⁴⁾ definem variáveis de estado como aquelas responsáveis por descrever por completo o estado do sistema em um instante e seus valores são influenciados pelos eventos que ocorrem. Desse modo, segundo Law⁽¹⁵⁾, a simulação de eventos discretos busca modelar a evolução de um sistema ao longo do tempo a partir de variáveis de estado que mudam em pontos discretos de tempo. Estes pontos correspondem aos momentos em que um evento atua sobre o sistema.

De acordo com Law⁽¹⁵⁾, numa simulação por eventos discretos, é importante monitorar o valor atual do tempo simulado, bem como controlar seu avanço. Para monitorar o tempo simulado, é utilizado um relógio de simulação⁽¹⁵⁾. Por sua vez, para controlar o avanço do tempo e garantir que os eventos aconteçam na ordem cronológica correta, é utilizada uma lista de eventos⁽¹⁴⁾.

Segundo Ross⁽¹⁶⁾ a lista de eventos determina quando o próximo evento irá ocorrer na simulação ao listar os eventos futuros mais próximos e o momento em que eles irão ocorrer. Sokolowski e Banks⁽¹⁴⁾ comentam que os eventos aleatórios podem ser descritos por distribuições estatísticas de modo que a hora em que cada evento ocorrerá pode ser definida aleatoriamente utilizando um gerador de eventos. Quando o relógio de simulação atinge o horário de ocorrência de um evento da lista de eventos, este é executado e o estado do sistema muda⁽¹⁴⁾.

Entretanto, para escolher as distribuições de probabilidades que irão descrever a ocorrência de cada evento, é necessário coletar dados do sistema, analisá-los e realizar testes estatísticos. A próxima seção irá detalhar o processo de coleta dos dados.

3.2 Procedimentos para coleta de dados

Os pesquisadores visitaram a unidade de saúde entre os dias 5 e 11 de julho de 2019, alternando-se entre os turnos da manhã e da tarde. Foram cobertos oito dos dez turnos ocorridos no intervalo de 5

dias – todos da manhã, e três dos cinco turnos da tarde – permanecendo-se na unidade por uma a duas horas em cada visita. Cada visita foi feita por uma equipe de um ou dois pesquisadores. A Tabela 1 resume as informações sobre a coleta dos dados em cada visita.

Tabela 1: Dados sobre os turnos de coleta de dados.

Data da visita	Turno	Horário aproximado	Pesquisadores
5/7/2019	Manhã	9h15-10h15	2
8/7/2019	Tarde	9h-11h15	2
8/7/2019	Tarde	14h50-16h	2
9/7/2019	Manhã	10h15-11h30	2
9/7/2019	Tarde	13h20-15h	1
10/7/2019	Manhã	10h10-11h30	1
10/7/2019	Tarde	13h-14h30	1
11/7/2019	Manhã	08h50-11h	1

Fonte: elaboração própria.

Conforme mencionado, o redesenho proposto estava parcialmente implantado quando das visitas: a unidade possuía seis guichês gerais sem estratificação e um guichê de registro parcialmente ativo, esse último removido da análise. Como, após as alterações, os guichês gerais são todos equivalentes, assumiu-se que dados referentes a qualquer um deles podem ser generalizados para todos.

Algumas visitas foram realizadas por um único pesquisador e outras por uma dupla de pesquisadores. Nas visitas feitas por um único pesquisador, esse ocupou um local na porta de entrada que permitia a coleta de dados referentes ao instante de chegada de cada usuário e à duração do atendimento nos três guichês gerais mais próximos à entrada da unidade. Nas visitas realizadas em dupla, o segundo pesquisador ocupou um local que permitia a coleta de dados referentes à duração do atendimento nos três guichês mais distantes da entrada da unidade.

Para a coleta de dados referentes ao instante de chegada, foi considerado o momento em que o usuário chega na fila única para os guichês. Uma primeira dificuldade operacional enfrentada pelos pesquisadores foi que, por vezes, a fila se estendia até o exterior da unidade. Nesses casos, o pesquisador teve que trocar o local de observação e ficou impossibilitado de registrar os tempos de atendimento nos guichês.

Para a coleta de dados do tempo de atendimento nos guichês, houve alguma dificuldade de identificação visual dos momentos de início e término do ciclo. Por vezes, o operador realizava atividades que não exigiam a presença do usuário, com o posto continuando ativo mesmo na ausência de um usuário sentado. Por isso, nos casos em que havia fila na unidade, considerou-se que o ciclo de atendimento de um usuário terminava quando iniciava-se o atendimento do usuário seguinte, isto

é, arbitrou-se o momento em que o usuário chega ao guichê como o instante de término do atendimento do usuário anterior, e como o instante de início de seu atendimento. Por via de regra, a unidade possuía fila, ainda que pouco volumosa. Nos raros casos em que isso não ocorria, o método acima induziria uma distorção nos dados, porque consideraria tempos de ociosidade do posto como tempos de ciclo. Sendo assim, quando não havia fila, foi padronizado como instante de término aquele em que o usuário sai do guichê.

Sendo assim, os dados coletados em campo e efetivamente usados no modelo de simulação foram dois: o instante de chegada de cada usuário na unidade – o que permitiu calcular os intervalos entre chegadas – e o tempo de atendimento nos guichês gerais. Na próxima seção, serão detalhados o tratamento desses dados e as premissas assumidas para a construção do modelo de simulação.

3.3 Tratamento inicial dos dados e estatística descritiva

Algumas informações são importantes para contextualizar o tratamento dos dados. Em primeiro lugar, as atividades realizadas nos guichês tendem a ser as mesmas, independentemente do dia da semana e do turno. É possível, no entanto, vislumbrar a possibilidade de que haja variações de acordo com o grau de ocupação da unidade, com atividades sendo desenvolvidas com maior pressa caso haja um volume grande de usuários em fila. Conforme os relatos dos profissionais da unidade e da própria observação da equipe em outras atividades relacionadas ao projeto, o turno da manhã é tipicamente mais movimentado, o que poderia gerar uma tendência a tempos de atendimento mais curtos no turno da manhã, ainda que não se julgasse *a priori*, de forma subjetiva, que esse efeito fosse especialmente significativo. Por outro lado, o intervalo entre chegadas era entendido subjetivamente como mais sensível a variações tanto entre turnos quanto dentro de cada turno, e mesmo entre dias da semana.

Os dados coletados não permitiram uma análise das variações dentro de cada turno e entre dias da semana por terem sido coletados em horários específicos em cada turno e porque não foram coletados em volume suficiente em cada dia da semana para permitir essa análise. Sendo assim, as variações intraturno e entre dias da semana foram desconsideradas na modelagem.

A variação entre turnos, no entanto, foi testada. Para isso, os dados foram agrupados de acordo com o turno, gerando, portanto, quatro séries: intervalos entre chegadas nos turnos da manhã; intervalos entre chegadas nos turnos da tarde; tempo de atendimento nos turnos da manhã; e tempo de atendimento nos turnos da tarde.

Ao calcular a média e o desvio padrão amostral de cada série, no entanto, foi possível perceber que a separação entre turnos não gerou séries muito distintas uma da outra. Isso motivou a realização de testes para a hipótese de que ambos os turnos sigam uma mesma distribuição. O teste Komolgorov-

Smirnov (KS) para duas amostras assume como hipótese nula que ambas as amostras provêm de uma mesma distribuição de probabilidade. O teste foi realizado em R utilizando-se a função *ks.test*.

No teste KS para duas amostras realizado com os dados referentes a cada um dos turnos na chegada dos usuários foi obtido valor-p de 0,6611. Para o teste KS comparando as amostras de duração do atendimento nos guichês, o valor-p obtido foi de 0,2439. Sendo assim, nenhuma das duas hipóteses nulas foi rejeitada e os dados foram juntados em uma única amostra para cada série, independentemente do turno. A Tabela 2 apresenta a quantidade de observações, a média e o desvio padrão amostral calculados em ambas as etapas: com a separação por turnos, gerando quatro séries; e sem a separação por turnos, gerando as duas séries utilizadas no modelo de simulação.

Tabela 2: Descrição das amostras com e sem separação por turnos.

Série	Turno	Observações	Média (s)	Desvio padrão (s)
Intervalo entre chegadas	Manhã	342	81,05	80,57
	Tarde	179	80,28	88,06
	Unificado	521	80,78	83,14
Duração do atendimento nos guichês	Manhã	239	309,56	303,89
	Tarde	180	334,91	299,14
	Unificado	419	320,45	301,76

Fonte: elaboração própria.

A Figura 1 apresenta os histogramas das duas amostras efetivamente usadas no modelo: (a) o intervalo entre chegadas e (b) a duração do atendimento nos guichês, ambos sem separação por turnos.

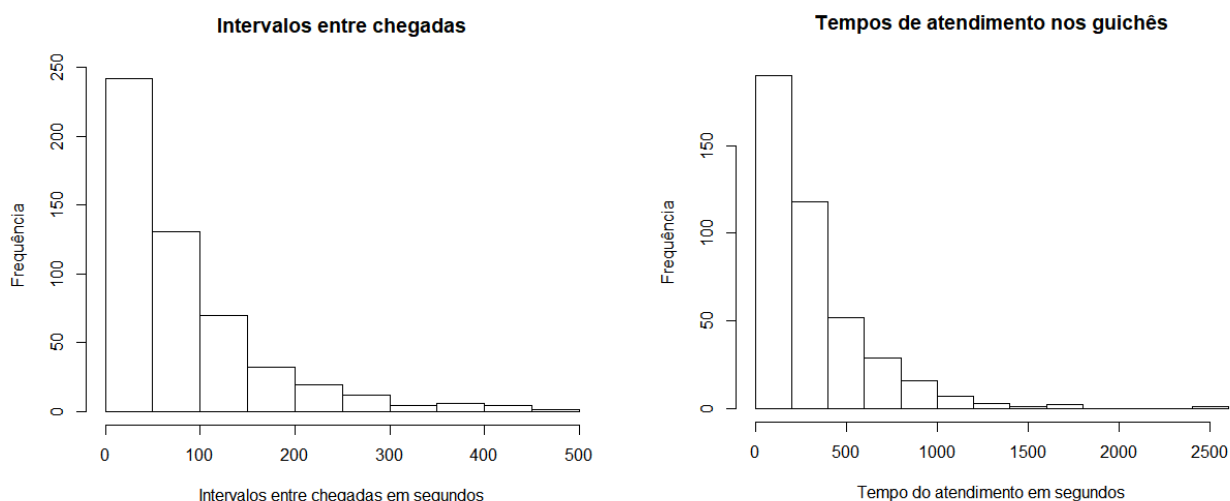


Figura 1: Histogramas dos (a) intervalos entre chegada e (b) tempos de atendimento coletados (em segundos).

Fonte: elaboração própria.

3.4 Estimativa da distribuição do intervalo entre chegadas de usuários

Intervalos entre chegadas às vezes podem ser modelados por distribuições exponenciais⁽¹⁷⁾. Os dados da amostra de intervalos entre chegadas de usuários foram ajustados para uma função exponencial

em R, usando as configurações padrão da função *fitdist*, com os gráficos resultantes apresentados na Figura 2. A partir do canto superior esquerdo, e em sentido horário, constam: a comparação do histograma da amostra com a função de probabilidade da distribuição ajustada; o gráfico Q-Q; o gráfico P-P; e a comparação entre as funções de probabilidade acumuladas empírica e teórica. Os gráficos indicam que a distribuição exponencial parece modelar bem a variável.

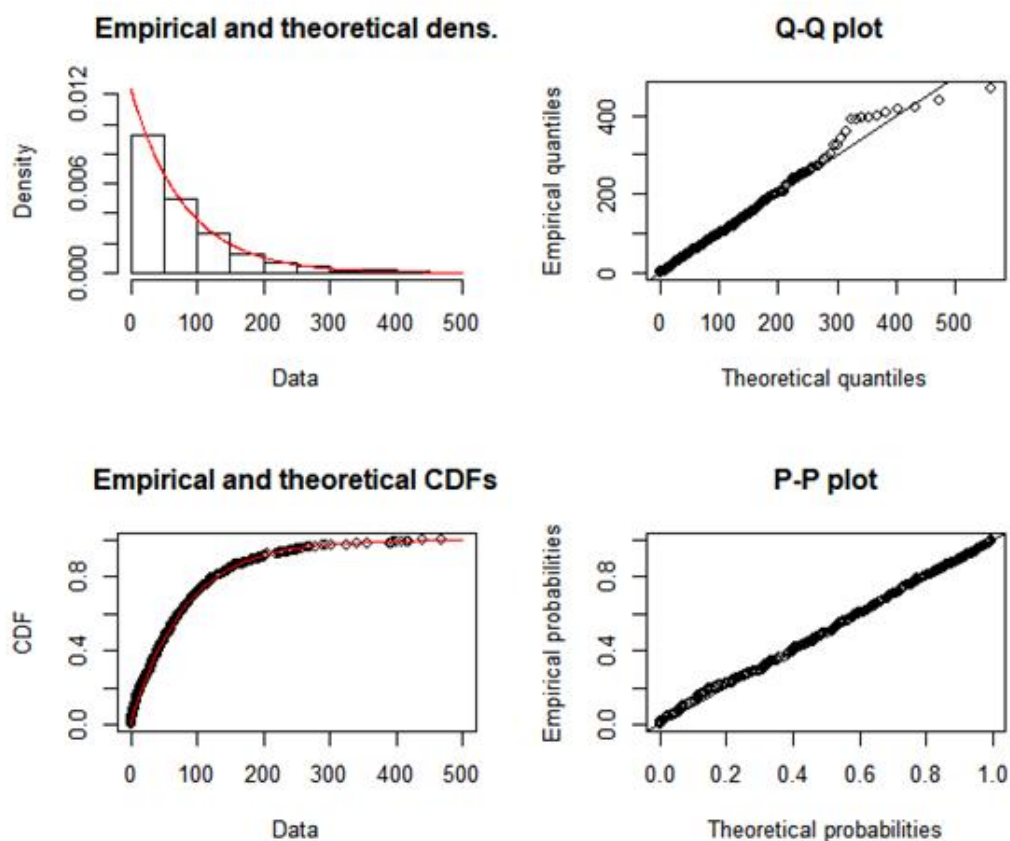


Figura 2: Gráficos resultantes do uso da função *fitdist* (R) na amostra de intervalos entre chegadas de usuários coletada.

Fonte: elaboração própria.

No entanto, para ratificar a análise gráfica, foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov (KS), em que a hipótese nula é a de que uma dada amostra é proveniente de uma distribuição exponencial. O teste KS foi realizado em R utilizando-se a função *ks.test*, e o parâmetro da distribuição exponencial foi estimado a partir da função *fitdistr*. O valor do estimador de máxima verossimilhança do parâmetro λ da função exponencial foi de 0,012379414, com desvio padrão de 0,000542352. O valor-p do teste KS realizado foi de 0,1975. O valor-p superior a 0,05 no teste KS indica a não rejeição da hipótese de que o intervalo entre chegadas siga a distribuição exponencial com parâmetro conforme exposto. Portanto, o modelo irá considerar que a chegada dos usuários segue uma distribuição exponencial com parâmetro λ igual a 0,012379414, correspondente a um intervalo entre chegadas médio de 80,7793 segundos entre usuários.

3.5 Estimativa da distribuição do tempo de atendimento nos guichês

No caso dos tempos de atendimento nos guichês, a função *fitdist* foi usada para ajustar uma distribuição log-normal aos dados. A Figura 3 apresenta os gráficos resultantes, que são os mesmos da Figura 2. A partir da análise dos gráficos da Figura 3, é possível verificar que a distribuição log-normal parece modelar bem o tempo de atendimento nos guichês.

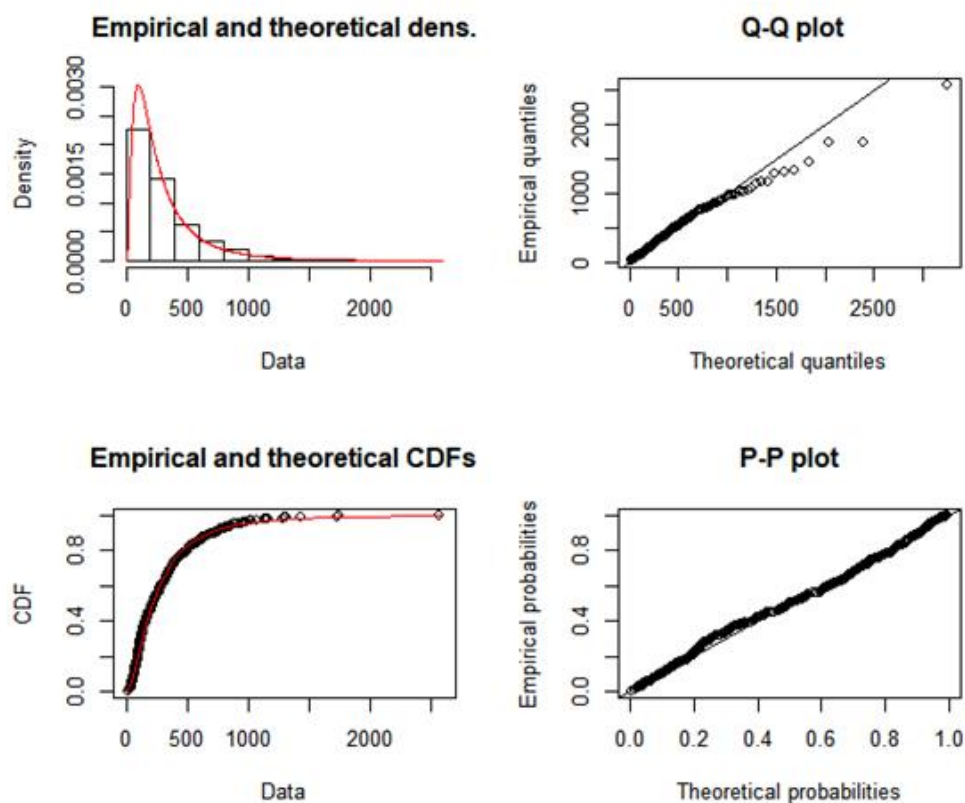


Figura 3: Gráficos resultantes do uso da função *fitdist* (R) na amostra coletada de tempos de atendimento dos guichês.

Fonte: elaboração própria.

Para ratificar a análise gráfica, foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov (KS) cuja hipótese nula é a de que uma dada amostra é proveniente de uma distribuição log-normal. Novamente, os parâmetros da distribuição log-normal foram estimados em R a partir da função *fitdistr*, e o teste KS foi realizado utilizando-se a função *ks.test*. O valor obtido para os estimadores de máxima verossimilhança dos parâmetros média e desvio padrão da distribuição foram 5,39266040 e 0,88716703 e os desvios padrão desses estimadores foram de 0,04334095 e 0,03064668, respectivamente. O valor-p do teste KS realizado foi de 0,2676. Novamente, o valor-P acima de 0,05 indica a não rejeição da hipótese de que cada amostra siga uma distribuição log-normal com os parâmetros em questão.

Sendo assim, o modelo irá considerar que o tempo de atendimento nos guichês segue uma distribuição log-normal com média 5,3927 e desvio padrão 0,8872.

3.6 Modelo de simulação

O processo da porta de entrada da unidade foi modelado no programa JaamSim. A Figura 4 representa os modelos referentes aos estados anterior e posterior ao redesenho. No estado anterior, há sete guichês, cada um referente a uma das sete equipes que atuam na unidade. A chegada dos usuários é modelada com uma distribuição exponencial e o tempo de atendimento nos guichês é modelado com uma distribuição log-normal, conforme dito nas seções 3.4 e 3.5. Uma função uniforme atribui a cada usuário um valor referente à equipe, roteando o mesmo para a fila adequada. Isso significa que o modelo assumiu como premissa uma distribuição igual das chegadas dos usuários entre equipes, o que é uma simplificação não necessariamente aderente à realidade.

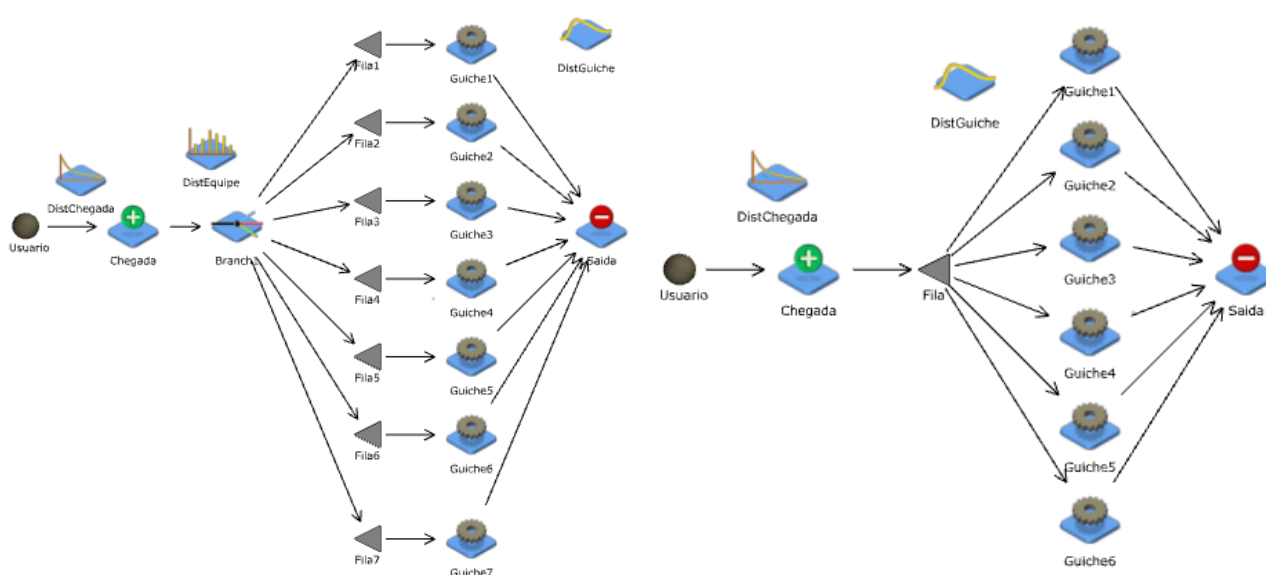


Figura 4: Modelos referentes ao estado de funcionamento dos guichês (a) antes e (b) depois das mudanças propostas.

Fonte: elaboração própria.

Ao longo do acompanhamento do projeto de extensão, percebeu-se que as unidades que implantaram o processo redesenhado puderam eliminar um guichê, liberando um ACS para desempenhar o papel de Posso Ajudar. Sendo assim, o modelo do estado após as alterações propostas possui apenas seis guichês. Além disso, não há mais a identificação por equipe, e os usuários são roteados para o primeiro guichê que se encontra livre. As distribuições usadas para as chegadas dos usuários e para os tempos de atendimento foram as mesmas do caso anterior.

Cada modelo foi configurado para ser rodado por um período de 28.800 segundos, referentes às 8 horas de duração de uma jornada de trabalho. Não foram considerados intervalos de pausa nas atividades dos guichês. Foram realizadas dez iterações de cada modelo, alterando-se o parâmetro *Global Substream Seed*, que altera os dados aleatórios gerados para a simulação.

4 Resultados e discussão

Foram analisados três indicadores para comparação do desempenho do processo antes e depois do redesenho. O primeiro indicador analisado é o tempo médio de espera em fila. A análise desse indicador é o principal objetivo deste estudo, dado que se trata do principal ganho esperado com o redesenho do processo. Espera-se que a eliminação da estratificação de filas por equipe reduza este tempo, já que aumenta a quantidade de guichês potencialmente disponíveis para cada usuário. Em cada iteração da simulação, foram calculados o tempo médio em fila, considerando todas as sete filas, no caso anterior, e a fila unificada, no caso posterior. Foram calculados os valores médios dos indicadores para as dez iterações da simulação, em ambas as situações. Na comparação, o ganho é significativo, com redução de 465,5 segundos (7 minutos e 45,5 segundos) para 47,2 segundos, eliminando 89,9% do tempo de espera.

O segundo indicador analisado é o tamanho médio das filas. Como espera-se que o tempo médio em fila seja reduzido, espera-se que o tamanho médio da fila também seja reduzido. Assim como no caso anterior, foram medidos para cada iteração o tamanho médio antes e depois do redesenho – o tamanho médio antes do redesenho considerando, naturalmente, as sete filas existentes. A simulação foi realizada dez vezes, o que permitiu o cálculo do tamanho médio das filas global antes e depois do redesenho. De forma coerente com o observado no indicador anterior, é observada uma redução do tamanho médio da fila, de 0,9 usuários antes do redesenho para 0,6 usuários depois do redesenho.

A Tabela 3 apresenta os valores globais – isto é, a média das dez iterações do modelo – para o tempo médio em fila e para o tamanho médio da fila antes do redesenho e depois do redesenho.

Tabela 3: Tempo médio em fila e tamanho médio da fila antes e depois do redesenho.

Indicadores	Antes do redesenho (média das 7 filas)	Depois do redesenho (fila unificada)
Tempo médio global (média das 10 iterações) em fila (segundos)	456,5	47,2
Tamanho médio global (média das 10 iterações) da fila	0,9	0,6

Fonte: elaboração própria.

Por fim, o terceiro indicador analisado é a taxa de utilização dos guichês, definida como a proporção do tempo total em que o guichê esteve ativo. Como o modelo não incluiu paradas, o tempo ocioso é referente à situação em que o guichê esteve inativo por falta de usuários na fila. Como todos os guichês passam a atender todos os usuários depois do redesenho do processo, espera-se que essa taxa de utilização aumente na comparação. Outro motivo para esse aumento é o fato de que a situação depois do redesenho foi modelada com um guichê a menos, conforme explicado na seção 3.

A Tabela 4: Taxa de utilização dos guichês antes e depois do redesenho. expõe a taxa de utilização global (média para as 10 iterações do modelo) em cada um dos guichês antes e depois do redesenho,

e a média dos guichês para os dois casos. Conforme esperado, é possível observar um aumento da taxa média de utilização, de 56,9% antes do redesenho para 67,4% depois do redesenho. Outro ponto que pode ser observado nos dados é um desbalanço relativo entre as taxas de ocupação dos diferentes guichês. No caso antes do redesenho, os usuários eram destinados a cada guichê aleatoriamente e na mesma proporção, o que faz com que as taxas de utilização fiquem semelhantes. No modelo referente ao caso após o redesenho, o usuário é alocado para o primeiro guichê livre. Há, portanto, uma chance maior de que o sexto guichê esteja ocioso.

Tabela 4: Taxa de utilização dos guichês antes e depois do redesenho.

Taxa de utilização global (média das 10 iterações)	Antes do redesenho	Depois do redesenho
Média dos guichês	56,9%	67,4%
Guichê 1	58,5%	84,2%
Guichê 2	55,2%	78,8%
Guichê 3	56,7%	72,1%
Guichê 4	53,4%	65,2%
Guichê 5	61,3%	57,7%
Guichê 6	55,6%	46,3%
Guichê 7	57,5%	-

Fonte: elaboração própria.

Ainda que o modelo não tenha incluído paradas para descanso nos guichês, a taxa de ocupação média de 67,4% após o redesenho é condizente com as paradas necessárias. Não obstante, é importante que sejam implantadas medidas para dividir a carga de atendimento entre os guichês, evitando a disparidade significativa entre o guichê mais ocupado (84,2%), e o guichê menos ocupado (46,3%).

5 Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo mensurar o impacto da desvinculação da segmentação por equipes no posto de Contato Inicial em uma unidade de saúde da família do Município do Rio de Janeiro. Simulações construídas a partir de dados coletados presencialmente indicaram uma diminuição significativa no tempo médio que usuários aguardam atendimento nos guichês. A redução foi de 89,9%, passando de 465,5 segundos (7 minutos e 45,5 segundos) para 47,2 segundos. Houve redução também do tamanho médio das filas, passando de 0,9 usuários para 0,6. Outro ganho identificado foi a remoção de um guichê e aumento da taxa média de utilização dos guichês de 56,9% para 67,4%, aumentando a produtividade sem gerar sobrecarga de trabalho. Contudo, considerando que após o redesenho o usuário sempre é encaminhado para o guichê mais próximo, a variação da taxa de utilização entre os guichês cresceu, havendo uma diferença máxima na taxa de 37,9%.

Os resultados obtidos reforçam um ganho dos usuários no tempo de espera do acolhimento após o redesenho. O tamanho médio da fila também diminuiu, o que potencialmente evita que usuários sejam

obrigados a esperar do lado de fora da unidade, devido a limitações do espaço físico. Todavia, a variação alta na taxa de utilização entre os guichês indica que deve ser feito um trabalho com o encaminhamento dos usuários entre os guichês visando balancear a carga de trabalho entre eles. Caso contrário, os guichês mais afastados da entrada apresentarão uma ociosidade elevada.

Algumas premissas assumidas para a viabilização da construção da simulação podem ser entendidas como limitações do modelo. Em relação à taxa de chegada dos usuários, ela foi considerada igual para todas as seis equipes. Essa homogeneidade não parece presente na prática, embora isso possa ser consequência de uma divisão desbalanceada dos usuários em equipes. A taxa de chegada também pode variar entre diferentes turnos e dentre os próprios turnos, mas os dados coletados não refletiram significativamente essas variações, o que fez com que fosse optado pela agregação dos dados como uma única distribuição. Também não foram incorporados na simulação os momentos em que os ACS deixavam o posto por motivos não relacionados ao atendimento do usuário. O relaxamento dessas premissas pode ser explorado em estudos futuros, tornando o modelo mais aderente à realidade. Há também a possibilidade de exploração em estudos futuros do impacto da remoção da estratificação nas filas da porta de entrada em outras unidades de APS no Rio de Janeiro.

Referências

1. Lippi MC. Desempenho de operações e efetividade da prestação de serviços públicos [dissertação]. Rio de Janeiro: Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2016.
2. Mendes EV. O cuidado das condições crônicas na atenção primária à saúde: o imperativo da consolidação da estratégia da saúde da família. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde. 2012.
3. Comino EJ; Davies GP; Krastev Y.; Haas M; Christl B; Furler J; Raymont A; Harris MFA. Systematic review of interventions to enhance access to best practice primary health care for chronic disease management, prevention and episodic care. BMC Health Services Research. 2012; 12(415).
4. Jacobson SH; Hall SN; Swisher JR. Discrete-event simulation of health care systems. In Patient Flow: Reducing Delay in Healthcare Delivery. 2006: 211-252.
5. Fone D; Hollinghurst S; Temple M; Round A; Lester N; Weightman A; Roberts K; Coyle E; Bevan G; Palmer S. Systematic review of the use and value of computer simulation modelling in population health and health care delivery. J Public Health Med. 2003; 25(4): 325-335.
6. Zhang X. Application of discrete event simulation in health care: a systematic review. BMC Health Services Research. 2018; 18.

7. Günal MM; Pidd M. Discrete event simulation for performance modelling in health care: a review of the literature. *Journal of Simulation*. 2010; 4: 42-51.
8. Aziati, AN; Hamdan NSB. Application of queuing theory model and simulation to patient flow at the outpatient department. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bandung*. 2018 Mar.
9. Ordu M; Demir E; Tofallis C. A decision support system for demand and capacity modelling of an accident and emergency department. *Health Systems*. 2019 Jan; 9(1): 31-56.
10. Hasan I; Bahalkeh E; Yih Y. Evaluating intensive care unit admission and discharge policies using a discrete event simulation model. *SIMULATION*. 2020 Apr; 96(6): 501-518.
11. Marquezine AC; Soares de Bem NF; Nazaré TB; Oliveira PWS. A case study through queue simulations of a basic health center. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. 2020 Jun; 68(6): 22-27.
12. Al-Mashraie M; Alshaebi A; Alshraideh H; Essa MB. Improving patient discharge process using discrete event simulation: A case study. In *Proceedings of the 2016 Industrial and Systems Engineering Research Conference* H. Yang, Z. Kong, and MD Sarder, eds. 2016 May; 2283-2288.
13. Banks J; Carson JS; Nelson BL; Nicol DM. *Discrete-Event System Simulation*. New Jersey: Prentice Hall. 2010.
14. Sokolowski JA; Banks CM. *Principles of modeling and simulation: A multidisciplinary approach*. New Jersey: John Wiley & Sons. 2009.
15. Law AM. *Simulation modeling and analysis*. New York: McGraw-Hill. 2013.
16. Ross S. *Simulation*. California: Academic Press. 2013.
17. Siegel AF. *Practical business statistics*. Cambridge: Academic Press. 2016.

Participação dos autores na elaboração do artigo original

Rafael Consentino de la Veja: Coordenou a pesquisa; participou da coleta de dados; projetou o texto; redigiu o rascunho; revisou rascunho; redigiu versão final.

Thiago Nunes Klojda: Participou da coleta de dados; projetou o texto; redigiu o rascunho; revisou rascunho; redigiu versão final.

Rodrigo e Alvim Alexandre: Projetou o texto; redigiu o rascunho; revisou rascunho; redigiu versão final.

Thaís Spiegel: Coordenou o projeto que deu origem à pesquisa; redigiu o rascunho; revisou rascunho.