

## Mapeamento do fluxo de valor em operações hospitalares: análise e simulação em um hospital oncológico

### Value stream mapping in healthcare: analysis and simulation in a cancer hospital

---

Marcella Crispim Sarmento\* – [sarmento.marcella@tamu.edu](mailto:sarmento.marcella@tamu.edu)  
Cathaline Bonafini Sanches\*\* – [cathbonafini@gmail.com](mailto:cathbonafini@gmail.com)  
Luciano Costa Santos\*\*\* – [luciano@ct.ufpb.br](mailto:luciano@ct.ufpb.br)

\*Texas A&M University, Texas, EUA  
\*\*Pontifícia Universidade Católica do Paraná - (PUC – PR)  
\*\*\*Universidade Federal da Paraíba - (UFPB)

---

#### Article History:

Submitted: 2017 - 10 - 23

Revised: 2017 - 11 - 02

Accepted: 2017 - 11 - 18

---

**Resumo:** O mapeamento do fluxo de valor unido à simulação de eventos discretos tem se mostrado de grande valia na análise de operações de serviços. A tendência ao aumento na demanda de serviços de oncologia para os próximos anos no Brasil, junto com um sistema de saúde que já apresenta deficiências, representam uma oportunidade ainda pouco explorada de aplicação de tais ferramentas no contexto hospitalar. Com o objetivo de propor melhorias ao setor ambulatorial de um hospital brasileiro especializado no tratamento de câncer, foram analisadas as atividades desenvolvidas neste ambiente através de visitas *in loco*, seguindo com o mapeamento do fluxo de valor do estado atual, a identificação de oportunidades de melhoria, e, por fim, a proposição e a simulação do estado futuro. Os principais problemas identificados no hospital foram as filas na triagem médica, o uso dos pacientes como meios de transferência de informação, perda de prontuários, agenda de quimioterapia não otimizada e longas esperas para realização de consultas. As propostas apresentadas para o desenvolvimento do mapa do estado futuro demonstraram oportunidades de redução do *lead time* médio do tratamento de 57 dias e 16 minutos para 33 dias e 6 minutos. A simulação de uma destas propostas para o ambulatório do hospital apresentou resultados promissores, com possibilidade de execução da melhoria sem investimentos em novos recursos. Por outro lado, a redução do período total do tratamento parece levar a um aumento expressivo nos tempos de espera e número médio de pacientes nas filas.

**Palavras chave:** Mapeamento do Fluxo de Valor, *Lean Healthcare*, Simulação, Produção Enxuta.

**Abstract:** The value stream mapping in association with the discrete-event simulation have been of great contribution to the service operations. In Brazil, the demand for oncology services is expected to grow in the coming years. Taking into account that the Brazilian health services have already been facing some deficiencies, this field has opportunities still not explored to apply the tools mentioned in the hospital context. The objective of this article was to propose improvements to the outpatient clinic of a Brazilian cancer treatment hospital. With that purpose, *in loco* visits were made to analyze the activities developed in the area, followed by the construction of a value stream map for the current state, the identification of opportunities to improve, and, finally, the proposal and simulation of a future state map. The main problems identified in the hospital were the queues in the medical triage, the use of patients as means to transfer necessary information, loss of patients' records, non-optimized chemotherapy schedules, and long waiting times to clinical appointments. The proposals for the future state map have shown opportunities to reduce the average lead time of the treatment from 57 days and 16 minutes to 33 days and 6 minutes. The simulation of one of the proposals for the outpatient clinic has shown promising results, with possible execution of the improvement without investments in new resources. On the other hand, a shorter treatment period seems to lead to an expressive increase in the waiting times and the average number of patients in line.

**Keywords:** Value Stream Mapping, Lean Healthcare, Simulation, Lean Production.

---

## 1. Introdução

A expansão do setor de serviços e sua importância para o desenvolvimento das economias globais tem resultado num crescente número de trabalhos voltados para melhorias neste setor com o uso da filosofia e ferramentas de produção enxuta, em especial no que diz respeito a operações de saúde e hospitalares (Tortorella *et al.*, 2017; Henrique *et al.*, 2016; LaGanga, 2011; Kollberg *et al.*, 2006). Em busca de uma sistematização da literatura sobre produção enxuta em serviços, Suárez-Barraza, Smith e Dahlgaard-Park (2012) fizeram um levantamento e verificaram que 40% dos artigos publicados entre 1980 e 2008 eram aplicados à área de saúde, especialmente a partir de 2004.

Uma das ferramentas adaptadas da manufatura enxuta que vêm sendo utilizadas em serviços é o mapeamento do fluxo de valor (MFV), ferramenta que permite a visualização do fluxo de pessoas, materiais e informações no estado atual do sistema e, em seguida, a identificação de atividades que não agregam valor ao processo. A partir deste diagnóstico um novo mapa é proposto, no qual é apresentado um estado futuro do sistema com as alterações identificadas anteriormente (Rother e Shook, 1999). Do ponto de vista de operações hospitalares, o mapeamento do fluxo de pacientes através dos diversos processos tem como objetivo a identificação de oportunidades de melhoria através da eliminação de desperdícios inerentes a esta atividade. Trabalhos como os de Tortorella *et al.* (2017), Henrique *et al.* (2016), Hydes, Hansi e Trebble (2012), Robinson *et al.* (2012) e de Yousri *et al.* (2011) apresentam melhorias significativas em processos hospitalares, reduzindo lead time e tempo de espera em filas através práticas enxutas e aplicação do MFV. Tais exemplos encorajam a utilização do MFV como ferramenta para análise e melhoria de processos em ambientes hospitalares.

Contribuindo para essa melhoria, a simulação de eventos discretos é outra ferramenta que têm gerado resultados satisfatórios em ambientes hospitalares, tal como demonstram Al-Araidah, Boran e Wahsheh (2012), Werker *et al.* (2009) e Balci, Kesen e Baykoç (2007). Um dos benefícios da simulação ressaltados por Lagergren (1998) é a possibilidade de estudar futuros sistemas e as potenciais consequências que determinadas decisões acarretariam, dado que em alguns casos o teste prático das alternativas pode ser inviável. Assim, a simulação pode ser bastante útil na análise de melhoria de operações hospitalares, uma vez que pequenas alterações podem gerar consequências indesejadas nestes sistemas, tais como aumento do tempo de espera pelos pacientes, superlotação, crescimento exagerado da demanda por determinado recurso e um ambiente de estresse tanto para pacientes quanto para funcionários.

Neste trabalho utilizou-se a simulação de eventos discretos em conjunto com o MFV, algo que já presente em estudos na área de manufatura, como é o caso dos trabalhos de McDonald, Van Aken e Rentes (2002), Abdulmalek e Rajgopal (2007), Lian e Van Landeghem (2007), Gurumurthy e Kodali (2011) e Chakraborttya e Paul (2011). A iniciativa de unir ambas as ferramentas se deu pela observação de uma lacuna do MFV com relação à viabilidade do estado futuro proposto. Em outras palavras, a simulação foi utilizada como uma forma de avaliação das melhorias propostas através do MFV, uma vez que permite a geração de diferentes cenários para o estado futuro e a visualização do comportamento do sistema em análise frente à modificação das variáveis.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é analisar e propor melhorias para a área ambulatorial de um hospital brasileiro especializado no tratamento de câncer. Para tanto, foram identificadas as atividades desenvolvidas neste ambiente, seguindo com o mapeamento do fluxo de valor do estado atual, a identificação de oportunidades de melhoria, a proposição e a simulação do estado futuro.

Num contexto mais amplo, este estudo se justifica ao observarmos que no Brasil, segundo publicação da CIA (2011), no ano de 2011 cerca de 8.9% do PIB foram despendidos em saúde. Estes recursos nem sempre são gerenciados da melhor maneira, já que é justamente na área de saúde que o país enfrenta um grande desafio no atendimento à população. O cenário atual do país é de hospitais e unidades de saúde superlotados, filas e atrasos nos atendimentos, ou seja, estruturas que não correspondem à demanda ou que são mal administradas e acabam por tornar caótico e estressante o ambiente tanto para pacientes como para funcionários.

Além disso, a expectativa da Organização Mundial da Saúde (2015) é de que o número de casos de câncer passe para 22 milhões nas próximas duas décadas, o que significa um aumento de 8 milhões em relação à 2012. No Brasil, a International Agency for Research on Cancer (2012) estima que o número de casos de câncer no Brasil no ano de 2035 chegue a 829.452, representando um aumento de mais de 89% com relação ao ano de 2012. Estes dados são preocupantes, tendo em vista que o hospital em estudo é uma entidade filantrópica e o único que atende pacientes com a doença na região geográfica em que está presente. Portanto, a busca por melhorias na prestação de serviços tanto beneficia a gestão na utilização adequada dos recursos escassos, bem como pode ser um fator coadjuvante no processo de tratamento do câncer, cujo sucesso está intimamente vinculado ao tempo.

Na próxima seção será feita a contextualização do MFV e da simulação, ressaltando

---

suas aplicações em operações hospitalares. Em seguida, a metodologia utilizada no estudo será apresentada, precedendo a apresentação de resultados e discussões. Por fim, o texto é concluído com algumas considerações finais e indicações de trabalhos futuros.

## **2. Mapeamento do fluxo de valor em operações hospitalares**

A filosofia de eliminação de atividades que não agregam valor já é largamente conhecida pela indústria manufatureira por sua importância no desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção. Nos sistemas de operações de serviços o pensamento enxuto é algo mais recente, que tem demandado um esforço de adaptação e transferência das práticas enxutas da manufatura para os serviços. Nesse contexto, o mapeamento do fluxo de valor (MFV) se destaca como uma das ferramentas de grande potencial na identificação e eliminação dos desperdícios neste setor.

O MFV tem como objetivo mapear o fluxo de valor de um bem ou serviço, considerando todas as etapas de transformação de materiais, informações ou de pessoas. Os autores Rother e Shook (1999) ressaltam a importância do mapeamento: visualização do fluxo como um todo e não apenas processos isolados, identificação das fontes de desperdício, linguagem comum para todos os níveis corporativos, possibilidade de discussão para tomada de decisões, além de vincular os fluxos de materiais e informações.

Segundo McLaughlin e Hays (2008), a identificação dos desperdícios consiste na primeira etapa para a busca da melhoria contínua em processos hospitalares. Em seguida, deve-se melhorar o fluxo de valor, mapeando-se o fluxo a partir do ponto de vista do paciente, já que o objetivo é aperfeiçoar o processo no qual o mesmo interage dentro do sistema. Depois é preciso desenhar um processo com fluxo suave e rápido, em que o paciente possa “puxar” o processo. Por último, é preciso repetir essas etapas a fim garantir a melhoria contínua.

Para a utilização do MFV no contexto hospitalar, Jimmerson (2009) buscou adaptar os desperdícios procurados na manufatura, classificando-os como: superprodução, tempo de espera, transporte/locomoção, superprocessamento, estoque, defeito, confusão, este relacionado ao cuidado dos profissionais de saúde ao lidarem com pacientes. De acordo com a autora, em operações hospitalares, o mapeamento do fluxo de valor traz os seguintes benefícios: planejamento de projetos e elaboração de relatórios; alinhamento das melhorias propostas com a plano estratégico; treinamento, visto que este recurso visual pode orientar novos contratados; informação ao paciente; demonstração de melhorias para as agências reguladoras; comunicação

de mudanças entre departamentos e revisão e substituição de políticas adotadas.

É crescente o número de trabalhos que têm utilizado com sucesso a metodologia do MFV em operações hospitalares. Hydes, Hansi e Trebble (2012) utilizaram o mapeamento do fluxo de valor como ferramenta principal a fim de redefinir as etapas de um exame gastrointestinal do ponto de vista do paciente aplicando a produção enxuta, ou seja, com foco no valor agregado ao paciente, na eliminação de desperdícios e na criação de um processo mais eficiente. Como resultado, os autores conseguiram mostrar que haviam 8 etapas desnecessárias, e ainda obtiveram redução do *lead time*, do tempo de espera em filas e do tempo despendido pelos pacientes em atividades sem valor agregado, com redução de 79% do tempo máximo de processamento.

Buscando uma adaptação da técnica, Henrique *et al.* (2016) apresentaram uma abordagem de MFV especificamente desenvolvida para ambientes hospitalares. Os autores testaram o modelo de MFV em um hospital oncológico brasileiro e obtiveram resultados expressivos em termos de identificação de desperdícios. No estado futuro que os autores propuseram houve uma redução de *lead time* de 187 para 60 dias, uma diminuição de 23 para 17 transições entre departamentos, além da redução de 9 para 5 viagens dos pacientes do hospital para casa, fator que interfere diretamente nos resultados do tratamento.

Há ainda trabalhos que apresentam aplicações do MFV para análise e melhoria nos processos de determinados departamentos hospitalares ligados indiretamente ao fluxo de pacientes. É o caso de Nasution *et al.* (2013), que através da metodologia do mapeamento do fluxo de valor propuseram melhorias na farmácia de uma unidade hospitalar e obtiveram resultados positivos no *lead time* do processo. Tortorella *et al.* (2017), por sua vez, aplicaram o MFV na unidade de materiais esterilizados de um hospital universitário brasileiro e observaram desperdícios significativos no processo, especialmente em relação aos altos níveis de estoque e ao desbalanceamento da carga de trabalho. Yang *et al.* (2015), também com o auxílio do MFV, verificaram que 71% do tempo de processamento do exame de sangue no laboratório não agregava valor ao serviço. Os autores propuseram o “*wait-to-batch-time*” na centrifuga e regras de *scheduling* para eliminar o “*wait-in-batch-time*”, além de propor uma estratégia de “*constant work in process*”, reduzindo o acúmulo de tubos. Através dessas melhorias aumentaram o nível de eficiência do laboratório em estudo, reduzindo o tempo de espera dos pacientes e melhorando a qualidade do serviço.

Verifica-se assim que o mapeamento do fluxo de valor em operações hospitalares possui

exemplos de aplicações com êxito, o que estimula sua utilização como ferramenta no desenvolvimento deste trabalho.

### 3. Simulação aplicada a operações hospitalares

A simulação de eventos discretos é outra ferramenta com aplicações usuais na manufatura quem vêm sendo utilizada de forma crescente em operações hospitalares. O rápido avanço tecnológico tem permitido o surgimento de diversos *softwares* com interfaces amigáveis, facilitando a modelagem de sistemas complexos, como é o caso de operações de serviços.

Consequentemente, é crescente o número de trabalhos voltados para a aplicação da simulação como ferramenta de suporte a tomada de decisões em unidades de saúde. Assim como Lagergren (1998), Jacobson, Hall e Swisher (2006) defendem a simulação de eventos discretos como uma ferramenta importante para a busca por eficiência e redução de custos nos serviços de saúde, já que permite a modelagem do sistema e análise do tipo “E se?” para verificar o impacto de mudanças sem alterar o sistema existente.

De acordo com Jacobson, Hall e Swisher (2006), o principal objetivo do uso de simulação de eventos discretos em aplicações relacionadas ao fluxo de pacientes em ambientes como clínicas, ambulatorios e emergência é entender a relação entre os *inputs* dos sistemas, como agendamento dos pacientes e formas de entrada, fluxo e alocação de recursos, com os *outputs* do sistema, tais como *throughput* dos pacientes, tempo de espera, utilização dos recursos humanos e das instalações.

Aplicações com uso de simulação de eventos discretos no setor hospitalar podem ser vistas em trabalhos como o de Werker *et al.* (2009), no qual os autores estudaram uma unidade de tratamento radioterápico, analisando diversos cenários tanto de alterações nos níveis de recursos, em termos de tempo e disponibilidade, como de mudanças no fluxo. Através da simulação de cenários propostos (“*consistent oncologist delays*”) observaram reduções de até 20% no tempo de planejamento global.

A simulação de eventos discretos também foi utilizada por Al-Araidah, Boran e Wahsheh (2012) para analisar o ambulatório de uma clínica de oftalmologia, com o intuito de reduzir os atrasos relacionados aos serviços prestados aos pacientes. Testando quatro cenários que combinavam diferentes níveis de investimentos, os autores obtiveram resultados promissores, com reduções potenciais de até 29% no tempo de espera e de até 19 % do tempo

total da visita sem investimentos em novos recursos. Além disso, resultados da simulação apresentaram melhorias praticamente equivalentes ao comparar o cenário 3 (sem investimento financeiro) com o cenário 4 (aumento da capacidade de uma das operações). Este exemplo ressalta a importância da simulação enquanto ferramenta de auxílio na tomada de decisões, já que melhorias equivalentes podem ser obtidas sem investimento financeiro, o que representa uma vantagem significativa para a organização.

Outros estudos mais recentes como os de Chemweno *et al.* (2014), Shi, Peng e Eedem (2014) e Day *et al.* (2014) vêm obtendo resultados satisfatórios através do uso da simulação de eventos discretos na previsão do comportamento do sistema frente a alterações de demanda, redução do tempo de espera dos pacientes e taxa de utilização de recursos.

A característica da simulação de permitir a criação e análise de diferentes cenários, nos quais diversos parâmetros podem ser alterados a fim de se verificar o comportamento do sistema em estudo, tem feito com que a mesma seja utilizada juntamente com o mapeamento do fluxo de valor. Aplicações em manufatura são encontradas há bastante tempo, como nos trabalhos de McDonald, Van Aken e Rentes (2002), Abdulmalek e Rajgopal (2007), Lian e Van Landeghem (2007), Gurumurthy e Kodali (2011) e Chakraborttya e Paul (2011). Na área de saúde já é possível encontrar estudos bem-sucedidos, como o de Yang *et al.* (2015), que abordou o fluxo de materiais em um laboratório médico.

A evolução e os resultados dos trabalhos citados são encorajadores e dão suporte para a aplicação da simulação de eventos discretos no ambiente ambulatorial de hospitais, foco deste estudo. Considerando a escassez da aplicação conjunta da simulação com MFV na análise do fluxo de pacientes, o estudo apresentado neste artigo apresenta um potencial de contribuição para a literatura da área.

#### **4. Metodologia**

Com o intuito de compreender a dinâmica dos processos e a identificação *a priori* de pontos críticos do sistema, realizou-se visitas periódicas ao hospital sob estudo. Durante estas visitas ocorreram algumas reuniões com pessoal do setor administrativo e também do setor operacional, a fim de que pudessem tomar conhecimento e cooperar com o projeto. Pôde-se concluir que o ambiente ambulatorial era o mais crítico e o de maior preocupação tanto por parte da administração quanto dos técnicos e enfermeiras responsáveis pelo atendimento direto ao público. Assim, o ambulatório foi escolhido como objeto do estudo deste trabalho.

Tendo definido a área de enfoque, o próximo passo foi o mapeamento das atividades naquele setor. Com base na metodologia proposta por Rother e Shook (1999), identificou-se quatro etapas necessárias para aplicação do MFV: definir a família de pacientes; desenhar o mapa do estado atual; desenhar o mapa do estado futuro e elaborar um plano para implantação.

Na primeira etapa deve-se notar que, por se tratar de um hospital, o recurso transformado é o paciente. Desta forma, foram identificadas as atividades pelas quais os pacientes transitam e, a partir daí, agrupou-se em “famílias de pacientes” de acordo com a semelhança do seu fluxo no sistema. Após esta classificação, escolheu-se uma das categorias para análise e mapeamento de fluxo.

A segunda etapa foi o desenho do mapa do estado atual, que permite a visualização dos pontos de melhorias em potencial, servindo de base para o desenvolvimento de um estado futuro dadas as alterações propostas. Uma vez que o MFV tem sua origem na manufatura, sua simbologia foi adaptada para uma melhor representação das operações hospitalares, conforme apresenta o Quadro 1. As alterações sugeridas basearam-se nos conceitos originais propostos por Rother e Shook (1999), bem como adaptações propostas por Jimmerson (2009) e Bertani (2012).

O esboço manual do cenário atual foi construído juntamente com enfermeiras, recepcionistas e a diretora técnica do hospital através de sete reuniões que ocorreram semanalmente com duração média de três horas, utilizando a metodologia proposta por Jimmerson (2009) para coletar informações e esboçar o mapa. Em seguida, o mapa atual foi então transcrito de forma padronizada através do *software MS Visio*<sup>®</sup>.

Durante os encontros, buscou-se envolver pessoas que tinham mais experiência e contato com o processo, de forma a garantir a veracidade das informações. Em geral, as pessoas envolvidas possuíam conhecimento suficiente para responder detalhes inerentes ao processo, uma vez que este constitui parte de suas rotinas diárias. Além disso, para maior precisão, alguns tempos de processamento precisaram ser coletados através de cronometragem.

Durante o período de coleta de dados o processo também pôde ser observado mais minuciosamente. Isto permitiu um melhor entendimento do mesmo, bem como validações e correções do conteúdo e ordenação das atividades discutidos durante a elaboração do mapa. Além disso, as observações se tornaram fontes diretas de identificação de atuais problemas enfrentados no dia a dia pela equipe do hospital. O Quadro 2 sintetiza as técnicas de coleta e

análise de dados utilizada para cada etapa da aplicação do MFV.

A partir das observações *in loco* e da análise do mapa atual, passou-se ao desenvolvimento de um cenário futuro que englobasse as melhorias propostas de forma coerente com o contexto do hospital.

Quadro 1 – Analogia entre os símbolos do MFV na manufatura e em operações hospitalares

MANUFATURA		HOSPITAIS	
<b>Ícones para fluxo de materiais</b>			
Descrição	Representação Gráfica	Descrição	Representação Gráfica
Caixa de processo		Caixa de processo	
Recursos Externos		Recursos Externos	
Caixa de informações		Caixa de informações	
Inventário		Espera no hospital	
		Espera em casa	
Movimentação de produção empurrada		Fluxo empurrado de pacientes	
Movimentação de produtos acabados		Fluxo puxado de pacientes	
Transferência de uma quantidade controlada de material seguindo FIFO ( <i>Fist in, first out</i> )		Transferência de uma quantidade controlada de pacientes seguindo FIFO ( <i>Fist in, first out</i> )	
<b>Ícones para fluxo de informações</b>			
Fluxo de informação manual		Fluxo de informação manual	
Fluxo de informação eletrônico		Fluxo de informação eletrônico	
Informação		Informação adicional sobre o fluxo	
<b>Ícones para uso geral</b>			
Destaque para melhorias		Problema identificado	
		Destaque para melhorias	
Operador		Paciente Quimioterapia	
Contabilizar tempos que não agregam e que agregam valor		Contabilizar tempo de espera e de atendimento	
Contabilizar <i>lead time</i> do processo		Contabilizar <i>lead time</i> do processo	
N/A	N/A	Telefone	

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Rother e Shook (1999), Jimmerson (2009) e Bertani (2012)

Quadro 2 – Técnicas de coleta e análise de dados

<b>Etapas</b>	<b>Técnicas de coleta de dados</b>	<b>Técnicas de análise de dados</b>
Definir família de pacientes	- Entrevistas não estruturadas - Observações diretas	- Matriz de relacionamento
Desenhar mapa do estado atual	- Entrevistas não estruturadas - Observações diretas - Reuniões - Cronometragem	- Mapeamento do fluxo de valor - Simulação computacional
Desenhar mapa do estado futuro	- Entrevistas não estruturadas - Observações diretas	- Mapeamento do fluxo de valor - Simulação computacional

Fonte: Elaborado pelos autores

Apesar de não ter sido contemplada neste trabalho, a quarta e última etapa da metodologia do mapeamento do fluxo de valor consiste na elaboração de um plano para implementação. Nesse momento, é definido um conjunto de ações que juntas formarão um plano para alcançar o estado futuro. Em compensação, a incorporação da simulação ao procedimento de análise forneceu uma base mais sólida para que se pudesse traçar um plano de implementação do estado futuro.

O desenvolvimento do modelo de simulação serviu para reforçar a análise do estado atual e para permitir a verificação da viabilidade do estado futuro. O *software* escolhido foi o ARENA<sup>®</sup>, devido à sua facilidade de modelagem e apresentação de resultados. Além disso, o ARENA<sup>®</sup> é um recurso que vem sendo utilizado em diversos estudos de simulação em hospitais, apresentando resultados satisfatórios (Al-Araidah e Boran; Wahsheh, 2012; Werker *et al.*, 2009; Balci *et al.*, 2007).

Uma vez que o modelo de simulação foi desenvolvido em níveis mais detalhados, percebeu-se a necessidade de dados que não haviam sido contemplados durante o desenvolvimento do MFV. Estes dados de entrada para o modelo de simulação foram obtidos durante visitas ao hospital, pois o mesmo não possui um banco de dados ou um sistema informatizado para registro dos atendimentos. Foram coletados os tempos de atendimento de cada médico oncologista e especialista, contando com a ajuda de algumas técnicas de enfermagem. Além disso, levantou-se o número médio de pacientes aguardando nas filas pré-atendimento, a taxa de chegada à fila do setor de cadastro do ambulatório e o tempo de atendimento de cada atendente. Dada a complexidade das chegadas de pacientes nas várias portas do hospital e o fato de não haver controle de entrada e saída nas alas, essa taxa de chegada não pôde ser coletada, porém essa taxa foi estimada segundo critérios descritos na próxima seção.

O setor de cadastro do ambulatório possui em seu sistema as agendas diárias dos médicos, dessa forma foi possível gerar dados referentes ao número e dias de atendimento de cada médico, uma estimativa do número médio de pacientes em cada dia da semana, além de ter acesso ao tempo médio de atendimento que o hospital atribui para cada médico. Estes dados também permitiram visualizar que para cada dia da semana há uma configuração diferente de médicos disponíveis para o atendimento. Sendo assim, foi decidida a criação de um modelo de simulação para cada dia da semana.

Para a modelagem do processo, foi necessário determinar qual a porcentagem de pacientes que, ao chegar ao hospital, se dirige para oncologistas ou especialistas e, depois, como esses pacientes são encaminhados para cada um dos médicos. Os tempos de atendimento coletados referentes aos médicos e atendentes, assim como a taxa de chegada ao cadastro, foram analisados através do *Input Analyzer* (módulo pertencente ao pacote ARENA<sup>®</sup> que ajusta os dados coletados à distribuição estatística) e incluídos no modelo.

Foi observado durante as visitas que um número considerável de pacientes chega antes de o atendimento médico começar. Isto se dá pelo fato de vários pacientes serem de cidades vizinhas, mas também porque o atendimento no hospital é realizado, na prática, por ordem de chegada. Ainda que haja uma agenda com horário marcado para cada paciente, estes são apenas formalidades para alimentar o sistema de agendamento.

Durante a verificação do modelo percebeu-se a necessidade de incluir esta diferenciação de chegadas para uma melhor análise do processo. Como solução, criou-se um segundo módulo *Create* vinculado a um módulo *Batch*, representando a chegada destes pacientes que se acumulam antes dos médicos iniciarem o atendimento. O tamanho do módulo *Batch* foi estimado através da observação do tamanho das filas pré-atendimento.

## 5. Resultados

A partir das reuniões e observações *in loco* em horários e dias diferentes, foi possível entender os processos de atendimento dos pacientes, bem como as dificuldades enfrentadas no dia-a-dia por funcionários e pacientes do hospital. Além disso, foram identificados os principais tipos de atendimentos oferecidos pelo hospital: atendimento ambulatorial em dez especialidades, atendimento de urgência oncológica 24h, realização de exames de diagnóstico e patologia, tratamento oncológico quimioterápico e radioterápico e intervenções cirúrgicas.

Os pacientes entram no hospital devido a três grandes motivos: urgência oncológica, que atende pacientes em tratamento que precisam de algum tipo de atenção especial, mas que não são internos; realização de exames, que não se limita a pacientes com câncer, uma vez que os mesmos são encaminhados de outras unidades de saúde; e por fim o tratamento oncológico, foco maior do hospital e, portanto, deste estudo. Escolheu-se para estudo o fluxo de pacientes que realizam tratamento quimioterápico.

O Quadro 3 apresenta as atividades pelas quais cada grupo de pacientes quimioterápicos deve passar. Escolheu-se como objeto de estudo a família de pacientes novos com exames. Embora os pacientes sem exames passem pelo maior número de atividades, a realização de tais exames não se restringe ao hospital, podendo ser feita em outros lugares. Portanto, devido à complexidade constatada no setor de exames, optou-se por não envolver este setor na fase inicial do mapeamento.

Quadro 3 – Matriz família de pacientes *versus* atividades

FAMÍLIA	ATIVIDADE						
	Triagem médica	Consulta com especialista	Exames	Triagem oncológica	Consulta com oncologista	Autorização do SUS	Aplicação de quimioterapia
Paciente novo sem exames	X	X	X	X	X	X	X
Paciente novo com exames	X	X		X	X	X	X
Paciente veterano sem exames			X		X	X	X
Paciente veterano com exames					X	X	X

Fonte: Elaborado pelos autores

### 5.1. Mapeamento do estado atual

O mapa do estado atual é apresentado na Figura 1 e representa o atual fluxo da família de pacientes selecionada. Sua análise permitiu a identificação dos seguintes pontos de melhoria: formação de filas na triagem médica; redundância de tarefas no agendamento; uso do paciente como mecanismo de informação na etapa de agendamento de consultas e abertura do prontuário; prontuários não rastreáveis, o que torna o ambiente ainda mais caótico para pacientes e funcionários, além da espera subsequente à marcação do tratamento. Estas melhorias são explicitadas no Quadro 4.

Outra observação com relação ao mapa do estado atual é que o paciente precisa realizar quatro visitas ao hospital antes de iniciar ao tratamento de quimioterapia. Isto torna o atendimento dispendioso para o paciente, especialmente aos procedentes de outros municípios.

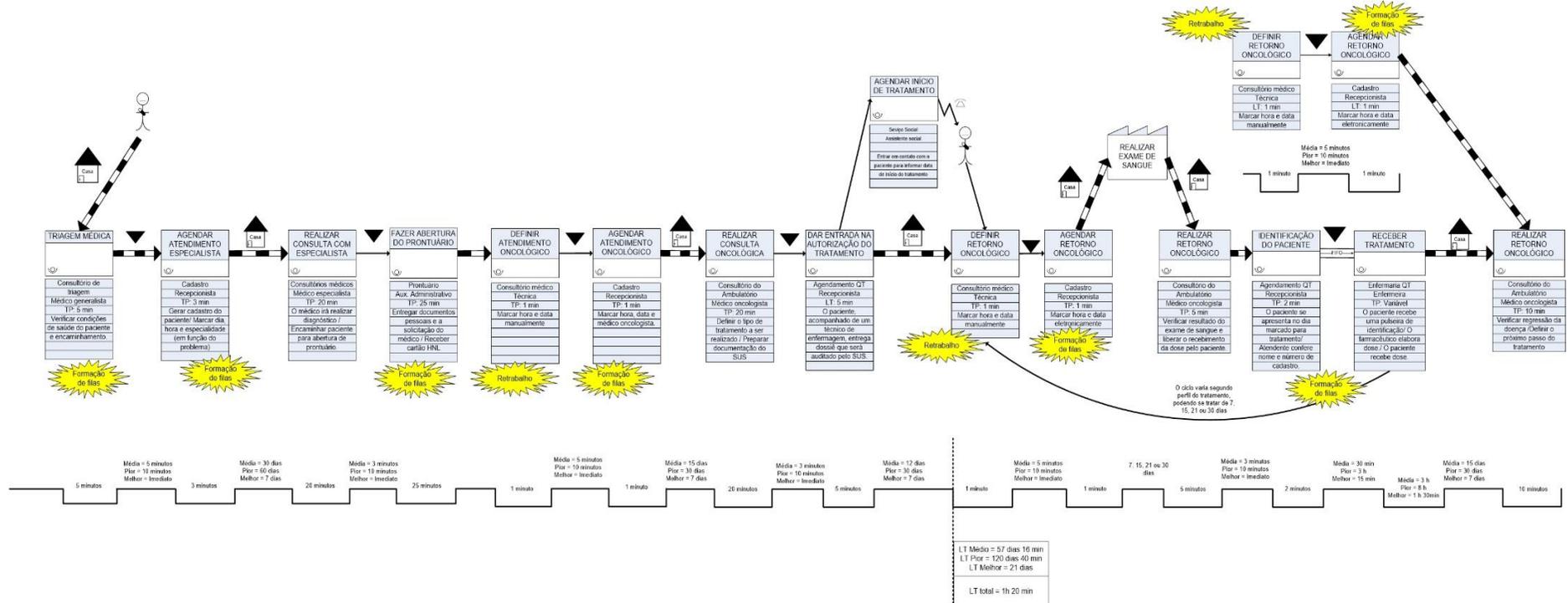


Figura 1 – Mapa do estado atual  
 Fonte: Elaborada pelos autores

Quadro 4 – Resumo da análise crítica realizada

Problema	Causas	Consequências
Filas na triagem médica	Falta de divulgação do horário de atendimento. Demanda espontânea, impedindo planejamento por parte do hospital.	Pacientes insatisfeitos, formação de filas no corredor do ambulatório e longa espera para atendimento.
Uso do paciente como mecanismo de informação	Não há separação bem definida das tarefas.	Aumento da circulação de pacientes no ambulatório, já que, a partir da segunda consulta, o mesmo deve agendá-las em dois locais diferentes. Atualmente o paciente também é responsável pela abertura de seu prontuário.
Prontuários “perdidos”	Não há uma rastreabilidade eficiente do documento.	Atraso de consultas, já que a presença do prontuário certo, no momento e local da consulta é indispensável. Além disso, há degradação da imagem da instituição.
Alocação não otimizada no agendamento da quimioterapia	A atividade é realizada de maneira aleatória. Além disso, a preparação dos medicamentos é iniciada concomitantemente ao primeiro horário agendado. Deve-se levar em conta que esta atividade é extremamente dependente das condições de saúde e intensidade do tratamento de cada paciente.	Passível de confusão, recursos ociosos, atrasos em cadeia.
Longa espera para realizar consultas	Baixa utilização da capacidade do sistema.	Atraso para o início do tratamento.

Fonte: Elaborado pelos autores

A fragmentação do fluxo dificulta o caráter de fluxo contínuo característico da produção enxuta. Como pode ser observado na Figura 1, em média, o tempo de valor agregado ao paciente até o início do ciclo de tratamento corresponde a 1h e 20 min, apesar do *lead time* total desta parcela do processo ser, em média, 57 dias e 16min. Essa discrepância entre esses tempos evidencia o ajuste inadequado entre as etapas do processo derivadas das longas esperas. Três etapas importantes do fluxo contribuem significativamente para o longo *lead time*: o atendimento especializado, o atendimento oncológico e a aprovação da autorização do tratamento. Essas etapas demoram em média 30, 15 e 12 dias respectivamente para serem efetuadas.

## 5.2. Simulação do estado atual

Tendo em vista que o processo de tratamento quimioterápico é bastante complexo, optou-se por simular sua primeira etapa no ambulatório, ou seja, os atendimentos por especialistas e oncologistas. Inicialmente desenvolveu-se a estrutura lógica do modelo de

simulação com base na forma como o atendimento dos médicos especialistas e oncologistas é realizada atualmente. Feito isto, foram realizadas coletas referentes ao tempo de atendimento de tais médicos e, em seguida, esses dados foram analisados através do *Input Analyzer*, que como já mencionado anteriormente, é uma extensão do *software* ARENA<sup>®</sup> que possibilita a identificação da distribuição estatística que melhor se adequa aos dados. Para os casos em que houve impossibilidade da coleta dos tempos de atendimento, teve-se como referência o tempo estimado pela agenda dos respectivos médicos. Além destes também foram analisados os tempos de atendimento das duas atendentes do cadastro, além da taxa de chegada na fila do mesmo.

Tendo em vista que para cada dia da semana há um grupo de médicos realizando atendimento, ou seja, não há uma configuração fixa dos recursos do hospital, decidiu-se manter a estrutura básica do modelo de simulação (Figura 2) e realizar alterações com relação aos médicos disponíveis, rodando um modelo que represente cada dia de expediente. Assim, para cada dia da semana, foi alterado apenas os submodelos referentes aos atendimentos de “Especialistas” e “Oncologistas”.

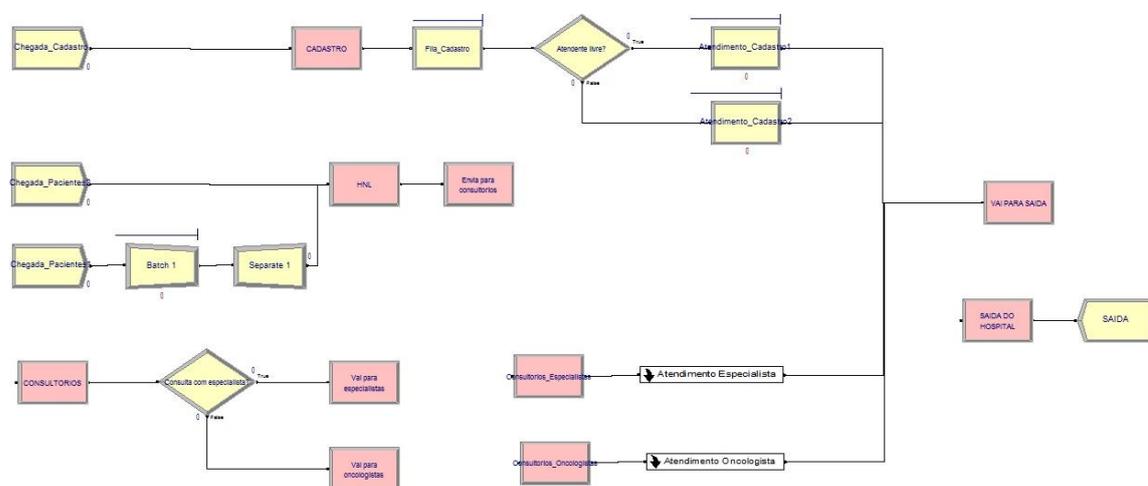


Figura 2 - Modelo de simulação criado no ARENA<sup>®</sup> para o estado atual do atendimento ambulatorial.  
Fonte: Elaborada pelos autores

O modelo de simulação foi rodado 48 vezes para cada dia da semana (valor referente ao número de semanas correspondentes a um ano), com tempo de 6 horas cada, já que o atendimento do hospital acontece das 7 às 13 horas. Sabendo que o tempo entre as chegadas são independentes e aleatórios, escolheu-se a distribuição exponencial para criar a chegada dos pacientes. Como o parâmetro era desconhecido, o modelo foi rodado para diferentes médias para cada dia da semana. Com os números de atendimentos resultantes da simulação, procedeu-

---

se a comparação com os dados históricos obtidos pelo sistema do setor de cadastro do hospital. Desta forma, os valores para o parâmetro  $\lambda$  que melhor se adequaram foram 2; 1,5; 1,5; 2 e 2,5 de segunda à sexta-feira, respectivamente. Portanto, esses parâmetros foram utilizados para analisar o estado atual do hospital com relação ao tempo de espera, tamanho esperado da fila e utilização dos médicos.

### 5.3. Propostas de melhorias

Com o intuito de eliminar o retrabalho no agendamento de consultas, sugeriu-se que o mesmo seja realizado unicamente pelas recepcionistas no Cadastro, independentemente de se tratar de consultas de primeira vez ou não. Assim, as técnicas de enfermagem que acompanham os médicos não executariam mais essa função. Ao centralizar o agendamento em um único setor é possível alocar uma recepcionista para o atendimento telefônico. Desta forma, a visita do paciente ao hospital apenas para efetuar o agendamento pode ser excluída.

A capacidade do atendimento ambulatorial é delimitada pelo atendimento médico realizado. Atualmente, os médicos do ambulatório, com exceção dos oncologistas, atendem doze pacientes por dia, sendo cinco desses horários reservados aos pacientes de primeira vez. No entanto, a fila para realizar esse atendimento é, em média, de 30 dias, podendo demorar até 60 dias corridos. Logo, a fim de diminuir o tempo de espera para esse atendimento, uma sugestão é o aumento do número de pacientes atendidos por dia para dezesseis, o máximo permitido pela lei. A implementação dessa mudança aumentaria a capacidade de atendimento e a médio prazo essa modificação poderia diminuir a diferença entre a data de agendamento e a data agendada da consulta.

Uma das sugestões que acarretariam uma das mudanças mais significativas ao mapa do estado futuro é o que foi chamado de atendimento integrado. A ideia consiste em realizar o atendimento com o médico especialista e com o médico oncologista no mesmo dia, de forma que o paciente tenha o parecer do seu tratamento em um único dia. Esta mudança resultaria numa redução substancial do *lead time* do processo e, conseqüentemente, as chances do paciente ter sucesso no tratamento aumentariam, uma vez que se entende que o fator tempo tem impacto significativo no tratamento do câncer. Para que o atendimento integrado seja possível, é necessário que o prontuário seja aberto logo após a passagem do paciente pela triagem, e não após a consulta com o especialista, como é realizado hoje.

Na esfera burocrática do processo, após definir detalhes do tratamento, o paciente precisa obter uma autorização do Sistema Único de Saúde (SUS). Este, através de auditorias,

comprova a existência da doença e autoriza o prosseguimento do tratamento. Hoje, o paciente é responsável em dar entrada nesse processo de autorização na recepção da quimioterapia. Essa etapa não precisa ser executada pelo paciente e, por isso, no mapa do estado futuro pode-se alocar essa responsabilidade aos funcionários do hospital.

O Quadro 5 apresenta em resumo as melhorias propostas para o mapa do estado futuro, explicitando a forma de implantação de cada melhoria e também o motivo pelo qual a melhoria foi sugerida.

Quadro 5 – Resumo das melhorias propostas

Melhoria proposta	Meio de implantação	Motivo	Tipo de desperdício reduzido
Agendamento único	Concentrar a atividade no Cadastro.	Eliminar o retrabalho realizado.	Superprocessamento
Agendamento telefônico	Disponibilizar uma atendente telefônica no Cadastro.	Facilitar a execução desta atividade para o paciente.	Locomoção
Aumento da capacidade do atendimento ambulatorial	Aumentar a quantidade de atendimento diário para 16 pacientes.	Aumentar a capacidade do sistema. Diminuir espera para consulta.	Tempo de espera
Atendimento integrado	Realizar o atendimento médico especialista e com o oncologista no mesmo dia.	Diminuir o <i>lead time</i> do processo. Realizar um menor número de visitas ao hospital.	Tempo de espera e locomoção

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 5.4. Mapeamento do estado futuro

Diante da análise crítica realizada, foi possível elaborar o mapa do estado futuro (Figura 3), em que se propôs um novo modelo de funcionamento para o fluxo da família de pacientes sob estudo.

A Tabela 1 apresenta a diferença do *lead time* entre o mapa do estado atual e a proposição para o estado futuro, considerando o processo desde a entrada do paciente até o início do tratamento. Os tempos das etapas subsequentes não foram contabilizados, pois o tratamento ocorre de forma cíclica, sendo que o número de sessões e a duração variam de acordo com o estado do paciente.

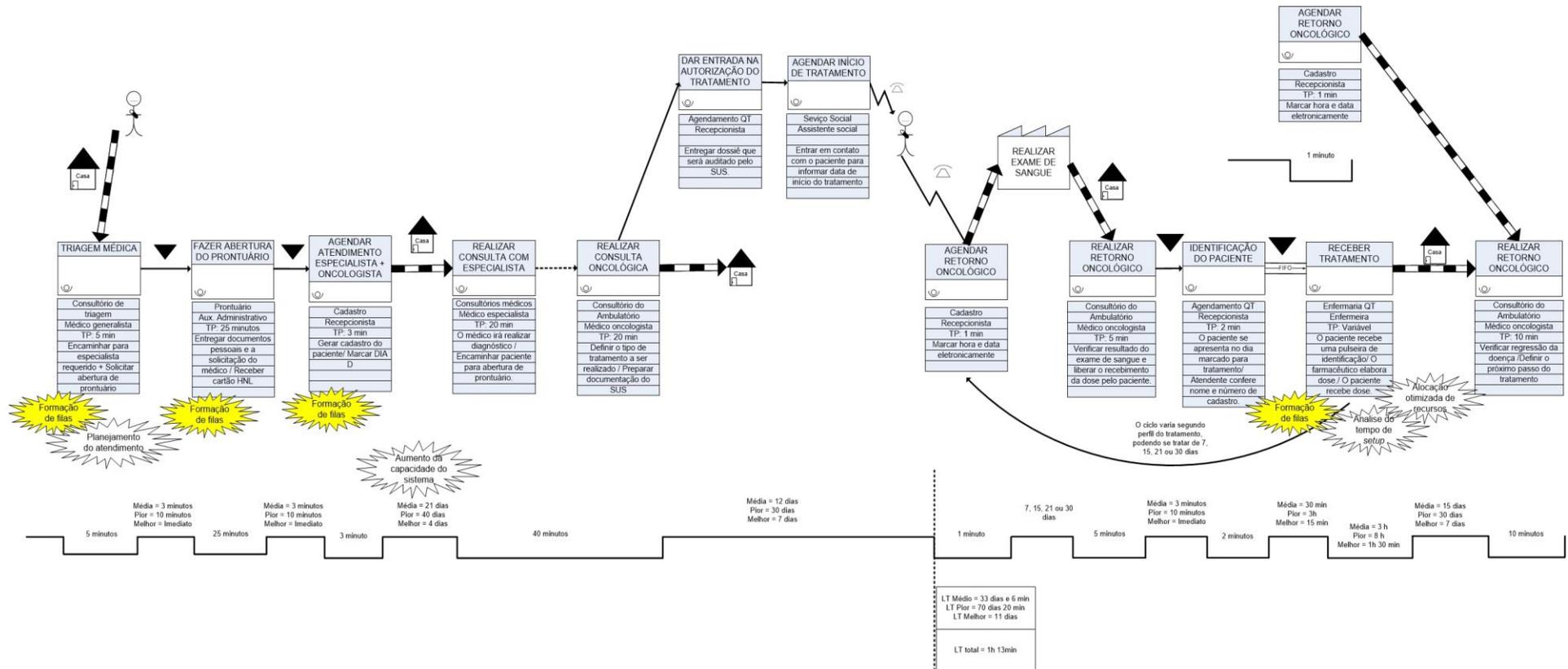


Figura 3 – Mapa do estado futuro  
Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 1 – Comparativo do *lead time* dos mapas (atual e futuro)

	Mapa do estado atual	Mapa do estado futuro
<b>Tempo sem valor agregado</b>	Médio = 57 dias 16 min Pior = 120 dias 40 min Melhor = 21 dias	Médio = 33 dias 6 min Pior = 70 dias 20 min Melhor = 11 dias
<b>Tempo de agregação de valor</b>	1h 20 min	1h 13 min

Fonte: Elaborada pelos autores

Verificando a Tabela 1, percebe-se que o tempo médio sem agregar valor ao processo é reduzido em 58,9%. No melhor cenário, tem-se uma redução de 52,4%. Já para o pior cenário, a espera ainda é consideravelmente extensa, mas de toda a sorte, seria reduzida em 58,4%. Não foram registradas mudanças significativas no tempo despendido com as atividades que agregam valor. Entretanto, a diminuição de sete minutos demonstra que até mesmo as atividades que agregam valor podem ser melhoradas, sendo executadas de forma mais eficiente num fluxo que as suporte positivamente.

### 5.5. Simulação do estado futuro

Algumas das melhorias propostas através do MFV tiveram sua aplicabilidade testada através da simulação. Com relação ao agendamento telefônico pode-se dizer que é uma alteração viável, uma vez que, de acordo com as simulações realizadas do estado atual, a média da utilização das atendentes do cadastro não ultrapassa a marca de 54%.

O atendimento integrado parece ser o de maior impacto na atual organização do hospital em questão e por isso optou-se por realizar a simulação desta, a fim de verificar o comportamento do sistema. O objetivo é que o tempo de espera para as consultas e o número de visitas dos pacientes ao hospital sejam reduzidos, e com isso haja a possibilidade de o tratamento ser iniciado mais brevemente.

Para a simulação desta melhoria, foram mantidos os tempos de atendimento de todos os médicos, bem como o número médio de atendimentos realizados pelos especialistas no estado atual. Novamente os modelos de simulação foram rodados 48 vezes para cada dia da semana (correspondente a um ano), mantendo o tempo de atendimento de 6 horas (das 7 às 13 horas) e a taxa de chegada que melhor se adequou para cada dia no cenário atual. A Figura 4 mostra o cenário proposto modelado no ARENA®.

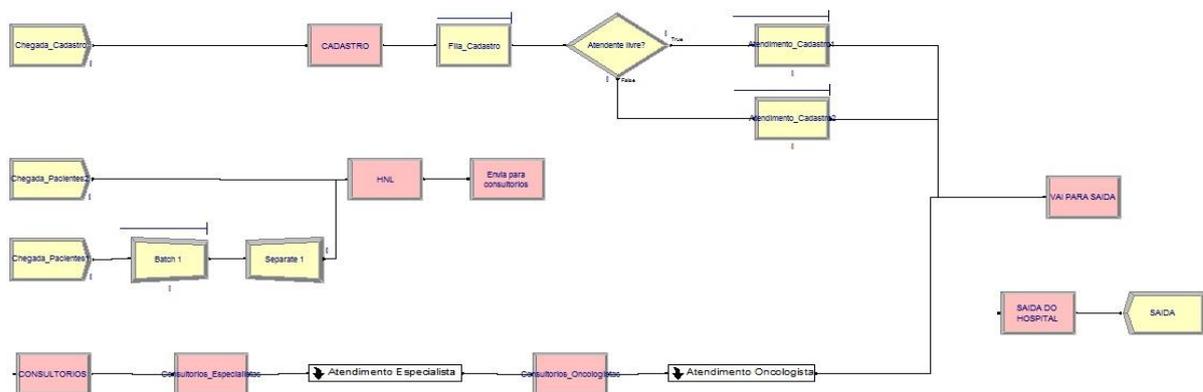


Figura 4 – Modelo de atendimento integrado proposto no ARENA® para o ambulatório  
Fonte: Elaborada pelos autores.

Os dados resultantes da simulação (Tabela 2) mostram que a capacidade de atendimento dos especialistas pode ser aumentada. Por outro lado, também é possível visualizar que o aumento dos atendimentos impactaria diretamente nos oncologistas, que não teriam capacidade suficiente para atender à demanda diária. Isto era esperado, já que o número de especialistas é maior, resultando num número grande de pacientes que passariam pelo atendimento com especialistas, porém não seriam atendidos por um oncologista. Por fim, a segunda-feira é apontada como o dia útil mais crítico, inviabilizando o atendimento integrado com a atual escala de médicos, isto porque apenas dois oncologistas realizam atendimento neste dia com uma demanda de pacientes oriunda de oito especialistas diferentes.

Tabela 2 – Comparação do número médio de atendimentos

		NÚMERO MÉDIO DE PACIENTES ATENDIDOS					
		Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	TOTAL SEMANAL
Estado Atual	Especialistas	163	137	181	137	106	724
	Oncologistas	76	135	100	103	108	522
Estado Simulado	Especialistas	217	248	276	217	176	1134
	Oncologistas	70	138	171	137	142	658
Incremento Percentual	Especialistas	33,13%	81,02%	52,49%	58,39%	66,04%	55,63%
	Oncologistas	-7,89%	2,22%	71,00%	33,01%	31,48%	26,05%

Fonte: Elaborada pelos autores

Já para os atendimentos de terça-feira a quinta-feira, se o incremento do atendimento diário por especialistas for desconsiderado, ao se comparar o número médio atual de

atendimentos dos especialistas com o número médio de atendimentos simulado dos oncologistas, verifica-se que são bastante próximos. Estes resultados mostram que mantendo o volume atual de atendimentos dos especialistas com a atual configuração de recursos, ao se implantar o atendimento integrado os oncologistas teriam capacidade de realizar o atendimento demandado pelos especialistas.

Para as sextas-feiras, o que se observa é que a média do número de atendimentos realizados pelos especialistas pode ser aumentada, uma vez que o estado simulado mostra a possibilidade do aumento médio da capacidade de atendimento tanto de especialistas quanto de oncologistas.

A Tabela 3 compara os resultados referentes ao tempo de espera, número médio de pessoas na fila e a taxa de utilização dos médicos oncologistas no estado atual e no estado simulado com o atendimento integrado. Não há a necessidade da comparação com relação aos médicos especialistas, já que a princípio não há alterações no número de atendimento dos mesmos, conforme exposto anteriormente.

Tabela 3 – Comparação entre o estado atual e simulado

DIA DA SEMANA	RECURSO	ESTADO ATUAL			ESTADO SIMULADO		
		TEMPO DE ESPERA (h)	Nº MÉDIO DE PESSOAS NA FILA	UTIL. (%)	TEMPO DE ESPERA (h)	Nº MÉDIO DE PESSOAS NA FILA	UTIL. (%)
Segunda-feira	Oncologista 3	1,41	7,63	97,31	2,35	37,90	97,88
	Oncologista 5	1,13	8,93	93,82	2,29	50,52	97,87
Terça-feira	Oncologista 2	1,84	8,35	97,79	1,88	13,62	96,26
	Oncologista 3	1,59	10,03	98,46	1,88	20,18	96,77
	Oncologista 4	0,30	2,02	65,39	0,45	4,64	91,85
	Oncologista 5	1,13	9,62	96,33	1,57	21,30	97,30
Quarta-feira	Oncologista 3	2,12	16,31	98,89	2,28	41,82	97,71
	Oncologista 4	0,19	0,97	49,01	0,62	6,84	93,80
	Oncologista 7	0,20	0,66	47,92	0,87	6,63	94,39
	Oncologista 8	0,19	0,94	48,57	0,55	5,71	92,00
Quinta-feira	Oncologista 2	0,94	2,66	84,20	1,71	9,58	96,00
	Oncologista 4	0,18	0,79	42,78	0,22	1,97	79,15
	Oncologista 5	1,39	11,60	97,73	1,87	31,68	97,95
	Oncologista 7	0,22	0,70	46,64	0,43	2,54	84,08
Sexta-feira	Oncologista 5	1,13	8,38	94,11	1,45	17,36	96,84
	Oncologista 6	0,40	3,56	60,42	0,40	5,55	91,07
	Oncologista 8	0,14	0,36	25,69	0,04	0,14	37,02

Fonte: Elaborada pelos autores

---

Analisando-se os resultados da Tabela 3, percebe-se que há aumentos significativos no tempo de espera e no número médio de pessoas na fila. Tais aumentos refletem a necessidade de estudos mais aprofundados para o aperfeiçoamento das melhorias propostas, uma vez que se mostrou possível a aplicação do atendimento integrado para a maioria dos dias da semana. Embora os resultados destes indicadores não tenham sido tão animadores, deve-se levar em consideração a redução do *lead time* do tratamento como um todo, já que a proposta do atendimento integrado elimina de 15 a 30 dias a espera pelo atendimento oncológico, conforme apresentado na análise do mapeamento do fluxo de valor.

Na busca pela possibilidade de um aumento no número de atendimentos da segunda-feira, é proposto que haja a disponibilização de novos oncologistas escalados para este dia. Ao observar a distribuição atual, verifica-se que enquanto cinco oncologistas têm atendimento em três dias diferentes da semana, existem dois que atendem apenas duas vezes na semana e um com um único dia de atendimento. A proposta é que esses três oncologistas possam realizar o atendimento nas segundas-feiras também.

Realizando essa alteração no modelo proposto para a segunda-feira e distribuindo com chances iguais o atendimento para cada oncologista, a capacidade de atendimento oncológico da segunda-feira sobe para aproximadamente 184 consultas. Este resultado ainda leva à possibilidade de um aumento, ainda que mínimo, do atendimento por especialistas e à viabilização da implantação do atendimento integrado.

## 6. Considerações finais

Este artigo confirmou a utilidade do mapeamento do fluxo de valor como uma ferramenta para a identificação de desperdícios em operações hospitalares. Embora sejam necessárias adaptações em relação à metodologia original de Rother e Shook (1999), o MFV foi completamente aplicável para um processo com fluxo predominante de pacientes. Além disso, a aplicação em conjunto com a simulação permitiu suprir uma lacuna inerente ao MFV, possibilitando testar a viabilidade do estado futuro proposto e delinear melhor os caminhos para sua implementação. Isso complementa a literatura atual sobre o tema e incentiva a pesquisa emergente sobre *lean healthcare* no sentido de adaptar ferramentas e buscar modos específicos de implementação.

A contribuição prática deste trabalho se justifica pelo próprio contexto estudado. A recuperação dos pacientes com câncer é fortemente impactada pelo tempo entre o diagnóstico

---

e o início do tratamento, sendo que grande parte das atividades dessa fase ocorrem no ambulatório, objeto deste estudo. A pesquisa comprovou que a eliminação dos desperdícios identificados possibilita que este tempo seja reduzido, o que contribui para o aumento das chances de sucesso no tratamento.

Uma conclusão que ficou clara após a aplicação da simulação é que as melhorias propostas para o hospital são viáveis e de fácil implementação. Ao contrário do que se pensava inicialmente no hospital, não há necessidade de contratação de novos médicos, mas de um melhor aproveitamento da disponibilidade dos mesmos e um melhor balanceamento da capacidade durante a semana.

Como prevê a metodologia do MFV, ainda é necessário elaborar um plano de implementação do estado futuro. Naturalmente, este é um dos caminhos para a continuidade deste trabalho. Além disso, a própria implementação do estado futuro já constitui, pelo ponto de vista prático, um novo trabalho que demandará esforços de todos os envolvidos com o fluxo de valor do ambulatório. Pelo ponto de vista teórico, as barreiras e os riscos envolvidos na implementação representa um assunto emergente no estudo da produção enxuta e oferece um grande potencial de contribuição científica quando se aborda o caso específico do *lean healthcare*.

A aplicação conjunta do MFV com a simulação em operações hospitalares também demanda aperfeiçoamento. Outras ferramentas de simulação podem ser utilizadas e outras variáveis podem ser consideradas. Adicionalmente, a metodologia para mapeamento do fluxo de pacientes e sua integração com a simulação merece um estudo mais aprofundado, de modo a fornecer diretrizes para futuras aplicações.

## REFERÊNCIAS

- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(1), 223-236.
- Al-Araidah, O., Boran, A., & Wahsheh, A. (2012). Reducing delay in healthcare delivery at outpatients clinics using discrete event simulation. *International Journal of Simulation Modelling*, 11(4), 185-195.
- Balci, D., Kesen, S. E., & Baykoç, Ö. F. (2007). Adaptability of just-in-time (JIT) philosophy to service systems: a case study. *Simulation*, 83(9), 631-642.
- Bertani, T. M. (2012). *Lean healthcare: recomendações para implantações dos conceitos de produção enxuta em ambientes hospitalares* (Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo).
- Chakraborttya, R. K., & Paul, S. K. (2011). Study and implementation of lean manufacturing in a garment manufacturing company: Bangladesh perspective. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, 4(7), 11-22.

- Chemweno, P., Thijs, V., Pintelon, L., & Van Horenbeek, A. (2014). Discrete event simulation case study: Diagnostic path for stroke patients in a stroke unit. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 48, 45-57.
- CIA - Central Intelligence Agency (2011). *The world factbook - country comparison: health expenditures*. Disponível em: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2225rank.html>. Acesso em: 13 jan. 2015.
- Day, L. W., Belson, D., Dessouky, M., Hawkins, C., & Hogan, M. (2014). Optimizing efficiency and operations at a California safety-net endoscopy center: a modeling and simulation approach. *Gastrointestinal Endoscopy*, 80(5), 762-773.
- Gurumurthy, A., & Kodali, R. (2011). Design of lean manufacturing systems using value stream mapping with simulation: a case study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(4), 444-473.
- Henrique, D. B., Rentes, A. F., Godinho Filho, M., & Esposto, K. F. (2016). A new value stream mapping approach for healthcare environments. *Production Planning & Control*, 27(1), 24-48.
- Hydes, T., Hansi, N., & Trebble, T. M. (2012). Lean thinking transformation of the unsedated upper gastrointestinal endoscopy pathway improves efficiency and is associated with high levels of patient satisfaction. *British Medical Journal Quality and Safety*, 21(1), 63-69.
- International Agency for Research on Cancer (2012). *GLOBOCAN: Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide*. Disponível em: [http://globocan.iarc.fr/old/burden.asp?selection\\_pop=24076&Text-p=Brazil&selection\\_cancer=290&Text-c=All+cancers+excl.+non-melanoma+skin+cancer&pYear=23&type=0&window=1&submit=%C2%A0Execute](http://globocan.iarc.fr/old/burden.asp?selection_pop=24076&Text-p=Brazil&selection_cancer=290&Text-c=All+cancers+excl.+non-melanoma+skin+cancer&pYear=23&type=0&window=1&submit=%C2%A0Execute). Acesso em: 16 jan. 2015.
- Jacobson, S. H., Hall, S. N., & Swisher, J. R. (2006). Discrete-event simulation of health care systems. In *Patient flow: reducing delay in healthcare delivery* (pp. 211-252). New York: Springer US.
- Jimmerson, C. (2009). *Value stream mapping for healthcare made easy*. Boca Raton: CRC Press.
- Kollberg, B., Dahlgaard, J. J., & Brehmer, P. O. (2006). Measuring lean initiatives in health care services: issues and findings. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 56(1), 7-24.
- LaGanga, L. R. (2011). Lean service operations: reflections and new directions for capacity expansion in outpatient clinics. *Journal of Operations Management*, 29(5), 422-433.
- Lagergren, M. (1998). What is the role and contribution of models to management and research in the health services? A view from Europe. *European Journal of Operational Research*, 105(2), 257-266.
- Lian, Y. H., & Van Landeghem, H. (2007). Analysing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator. *International Journal of Production Research*, 45(13), 3037-3058.
- McDonald, T., Van Aken, E. M., & Rentes, A. F. (2002). Utilising simulation to enhance value stream mapping: a manufacturing case application. *International Journal of Logistics*, 5(2), 213-232.
- McLaughlin, D. B., & Hays, J. M. (2008). *Healthcare operations management*. Chicago: Aupha.
- Nasution, J. (2013). Quality service analysis and improvement of pharmacy unit of XYZ hospital using value stream analysis methodology. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 46, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.
- Organização Mundial da Saúde (2015). *Cancer: fact sheet nº 297*. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/en/>. Acesso em: 16 jan. 2015.
- Robinson, S., Radnor, Z. J., Burgess, N., & Worthington, C. (2012). SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare. *European Journal of Operational Research*, 219(1), 188-197.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda*. Brookline: Lean Enterprise Institute.
- Shi, J., Peng, Y., & Erdem, E. (2014). Simulation analysis on patient visit efficiency of a typical VA primary care clinic with complex characteristics. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 47, 165-181.
- Suárez-Barraza, M. F., Smith, T., & Dahlgaard-Park, S. M. (2012). Lean service: a literature analysis and classification. *Total Quality Management & Business Excellence*, 23(3-4), 359-380.
- Tortorella, G. L., Fogliatto, F. S., Anzanello, M., Marodin, G. A., Garcia, M., & Reis Esteves, R. (2017). Making the value flow: application of value stream mapping in a Brazilian public healthcare organisation. *Total Quality Management & Business Excellence*, 28(13-14), 1544-1558.

Werker, G., Sauré, A., French, J., & Shechter, S. (2009). The use of discrete-event simulation modelling to improve radiation therapy planning processes. *Radiotherapy and Oncology*, 92(1), 76-82.

Yang, T., Wang, T. K., Li, V. C., & Su, C. L. (2015). The optimization of total laboratory automation by simulation of a pull-strategy. *Journal of Medical Systems*, 39(1), 162.

Yousri, T. A., Khan, Z., Chakrabarti, D., Fernandes, R., & Wahab, K. (2011). Lean thinking: can it improve the outcome of fracture neck of femur patients in a district general hospital? *Injury*, 42(11), 1234-1237.