

ESTUDO DE CASO PARA ANÁLISE DE LAYOUT EM AMBIENTE HOSPITALAR

LUANA MAZIN TSUBONE (aluna)

FRANCIELY VELOZO ARAGÃO (orientadora)

Resumo

Uma técnica muito usada para promover a flexibilização e agilidade no tempo de processos é o planejamento ideal do layout do chão de fábrica. Mas, ao se tratar de planejamento de layout em ambientes hospitalares, encontra-se um déficit na literatura. Estudos de layout são escassos quando relacionados aos setores de Laboratórios Clínicos onde se prioriza o fluxo de pessoas, informações e materiais clínicos. Tais setores têm como objetivo gerar os laudos médicos e interpretá-los a fim de apoiar os diagnósticos dos pacientes. O presente estudo realizou a análise do layout do Laboratório de um Ambulatório Médico de Especialidades, com objetivo de propor um layout reestruturado mais adequado ao setor. Para tanto, fez-se o uso da metodologia Planejamento Sistemático de Layout para a estruturação da pesquisa, e como suporte utilizou-se a simulação dinâmica para análise e o uso da metodologia de multicritério TOPSIS para melhor tomada de decisão quanto à escolha do layout reestruturado proposto.

Palavras-chave: *layout; SLP; simulação dinâmica; multicritérios; TOPSIS.*

1. Introdução

A elaboração do *layout* de uma unidade produtiva é um projeto complexo, pois envolve inúmeros objetivos, além de um grande número de combinações viáveis, devido às diversas e múltiplas atividades simultâneas (CAMAROTTO, 2008).

O *layout* bem planejado e implantado traz muitos benefícios para o processo produtivo, como: redução de manipulação de materiais, flexibilização do arranjo físico operacional, racionalização do espaço disponível, entre outros.

Porém, segundo Araújo (2011) e Rosa *et al.* (2014), um projeto de *layout* desestruturado e ineficiente pode gerar inadequações no sistema ocasionando:

a) O retardamento excessivo e conseqüentemente a gestão de processos pode demonstrar uma deficiência na distribuição espacial com a demora acima das expectativas propiciando um indicador de falhas no uso do espaço físico;

b) A má projeção de locais de trabalho decorrente do fato de a projeção ter sido elaborada por colaboradores não qualificados ou segundo a opção de cada grupo de pessoas destinadas a determinado espaço;

c) A perda de tempo no deslocamento de pessoas, materiais e informações de uma unidade a outra, por causa do lapso de tempo decorrido entre unidades da organização, unidades de uma mesma área ou, unidades de várias áreas, gerando enormes prejuízos à organização.

Desta maneira, para que os materiais, pessoas e as informações fluam de uma forma eficiente e segura no espaço, deve-se ter um bom planejamento e o desenvolvimento de *layouts*, de tal forma a encontrar o melhor arranjo físico possível, para otimizar e flexibilizar os processos operacionais da área em estudo além de minimizar o *work-in-process* e consequentemente reduzir o manuseio de materiais e o *lead time* do processo (TORTORELLA e FOGLIATTO, 2008; HANS, VAN HOUDENHOVEN e HULSHOF, 2012).

Para isso, o uso de técnicas derivadas da Engenharia de Produção vem sendo frequente em ambientes hospitalares, dentre essas o *Systematic Layout Planning* (SLP), uma ferramenta utilizada para estruturação de *layout* de modo a analisar a relação de importância entre as atividades ou áreas da empresa, considerando suas afinidades e limitações (CARDOSO, EMERIQUE e FREITAS, 2011).

Uma via de auxílio para o Planejamento Sistemático de *Layout* é a simulação dinâmica, uma ferramenta poderosa que visa avaliar hipóteses sem necessariamente implantá-las no mundo real, além de proporcionar o desenvolvimento de sistemas mais eficientes, de tal forma a construir modelos e reconfigurar sistemas em um curto espaço de tempo (NASCIMENTO et al, 2016).

Seguindo ainda a esta linha de pensamento, o método de análise multicritério pode ser considerado outro meio de suporte ao SLP, já que esta técnica oferece suporte ao processo de tomada de decisão no qual possui diversos objetivos que são decomposto em critérios e recebem graus de importância em situações complexas, além de ter suas alternativas de decisão avaliadas em cada um dos critérios estabelecidos, possibilitando a estipulação de prioridades, para tornar o processo de decisão mais racional e concreto ao incorporar à análise informações qualitativas e quantitativas relevantes. Logo, os métodos multicriteriais de um arranjo físico devem seguir alguns princípios fundamentais segundo Camarotto (2008), que são: Princípio da integração, Princípio da mínima distância, Princípio de obediência ao fluxo das operações, Princípio do uso das três dimensões, Princípio da satisfação e segurança e Princípio da flexibilidade, que vem sendo aplicados em diversas áreas da sociedade, entre essas, na área da Gestão da Saúde (LONGARAY et al., 2016).

Sendo assim, o planejamento de um *layout* adequado é considerado uma condição básica para a produção de bens ou prestação de serviços, como os serviços hospitalares que serão estudados neste contexto (KULKARNI, BHATWADEKAR e THAKUR, 2015).

Segundo Merode, Groothuis e Vos (2007) existe uma estreita ligação entre a estratégia hospitalar e a escolha do sistema de planejamento e controle operacional e o *layout* do hospital. Porém, o mesmo afirma que a projeção de um *layout* hospitalar é um trabalho desafiador devido a existência de incertezas em relação aos números futuro de usuários, tipos variados de pacientes e novas tecnologias médicas.

No presente trabalho, será realizado o estudo e análise do *layout* no setor Laboratório de um Ambulatório Médico de Especialidades (AME), identificando oportunidades de melhorias através de um planejamento sistemático de *layout* integrado a avaliação multicritérios com inferência TOPSIS, de tal forma a dar suporte na tomada de decisão quanto à proposta de reestruturação do *layout* em estudo. Com objetivo de garantir a assertividade do projeto, o uso de modelos de simulação é incluso contemplando o comportamento dinâmico das atividades.

1.1 Justificativa

Com base na literatura acadêmica pesquisada, a importância do estudo do tema em contexto se fundamenta com o *déficit* de materiais relacionados ao uso de técnicas para planejamento de *layouts*, não sendo avaliadas as estruturas do ambiente inter-relacionadas aos processos operacionais executados nas atividades cotidianas de um hospital.

A necessidade de ajustes das técnicas de planejamento de *layout* na área da Engenharia de Produção é evidenciada e estudada em ambientes hospitalares devido à complexidade de informações e movimentações de materiais e pessoas (BARRETT, 2008; ASSEM, OUDA e WAHED, 2012; LORENZ, BICHER e WURZER, 2015).

Assim, neste trabalho pretende-se analisar o *layout* do setor Laboratório de um Ambulatório Médico de Especialidades (AME), cujo fluxo de pessoas atendidas pelo setor em estudo foi considerado o mais intenso de todo atendimento do AME, com a finalidade de obter proposta de melhoria no tempo de operação dos processos, na produtividade e na troca de informações.

1.2 Definição e delimitação do problema

As áreas hospitalares envolvem situações de urgência no qual os procedimentos das atividades devem ser rápidos e eficientes, havendo uma necessidade de melhorar e otimizar processos correlatos às atividades diárias do local, prevenir acidentes trabalhistas além de se evitar que usuários não credenciados se desloquem por locais não permitidos (RANGEL e MONT'ALVÃO, 2011).

Segundo Hanne, Melo e Nickel et al. (2009), no setor da saúde uma das maiores dificuldades encontradas, refere-se ao mau planejamento da disposição de setores, o que influencia nos atendimentos, na organização de equipamentos e fluxo de pessoas.

Deste modo, a pesquisa é realizada pela problemática do setor Laboratório do Ambulatório Médico de Especialidades estar com posicionamentos inadequados no *layout* geral do ambulatório, além de ter um fluxo intenso de pessoas, informações e materiais em um curto intervalo de tempo, no qual gera excessivas movimentações no espaço de trabalho.

1.3 Objetivos

O objetivo do presente trabalho é analisar o *layout* do setor Laboratório de um Ambulatório Médico de Especialidades (AME) e selecionar a melhor alternativa de *layout* reestruturado para este setor.

Para isto, a análise e estudo do espaço do setor laboratorial; a realização da pesquisa do *layout* por simulação dinâmica; a geração das alternativas de melhoria de *layout*; a seleção da melhor alternativa de *layout* pelo método de multicritérios integrados ao TOPSIS e a realização da simulação dinâmica, são objetivos específicos determinados para o desenvolvimento do presente trabalho.

2. Referencial teórico

2.1 Layout no ambiente hospitalar

Um problema de *layout* pode ser definido como um problema de otimização, cujo objetivo é determinar *layouts* que interajam de forma mais eficiente as instalações, o fluxo de materiais, pessoas e qualquer informação relevante do ambiente desejado (SHAYAN e CHITILAPPILY, 2004).

A realização de um planejamento de *layout* é fundamental para que haja eficiência e eficácia na resolução de problemas de *layouts* geralmente caracterizados pela busca de

melhorias na maneira em que são posicionadas as instalações em uma área especificada no projeto, já que tanto num espaço físico fabril quanto num espaço físico hospitalar, o desempenho do processo ou operação destinado ao local são afetados diretamente (BENITEZ e FOGLIATTO, 2017).

Deste modo, o planejamento de um arranjo físico, objetiva encontrar a alternativa mais apropriada de *layout* após investigar as características do ambiente sob condições reais de tempo, espaço e informação (TORTORELLA e FOGLIATTO, 2008).

Em contrapartida, segundo Merode, Groothuis e Vos (2007), projetar um *layout* do tipo hospitalar é um trabalho desafiador já que é de suma importância que o mesmo suporte não só a estratégia hospitalar, mas também leve em conta as circunstâncias futuras e as incertezas em relação ao número de pacientes, mistura de pacientes e novas tecnologias médicas.

O mesmo autor relata ainda que há uma estreita ligação entre os artefatos estratégia do hospital, escolha do sistema para planejamento e controle operacional e o *layout* do hospital, em que o ajuste entre estes artefatos é uma questão difícil posto que os horizontes de tempo não coincidem.

No ambiente hospitalar, normalmente a maior dificuldade encontrada refere-se ao mau planejamento da disposição dos setores, influenciando nos atendimentos, organização de equipamentos e fluxo de pessoas (HANNE, MELO e NICKEL, 2009).

Com isso, o planejamento de *layout* pode possibilitar encontrar meios que melhorem o fluxo de pessoas e informações e que viabilizem maior flexibilidade nos processos. (SHAYAN e CHITILAPPILY, 2004; JOSEPH e RASHID, 2007).

Então, para se planejar o arranjo físico dos setores de ambientes hospitalares deve-se levar em consideração as características das pessoas que transitam pelos setores, sejam elas pacientes ou funcionários além dos tipos de equipamentos utilizados nestes ambientes (BENITEZ e FOGLIATTO, 2017).

Logo, diante dos vários tipos de classificação de *layout*, ou seja: *Layout* da posição fixa, *Layout* do processo, *Layout* do produto e *Layout* celular, pode-se dizer que o Laboratório de Exames em estudo tem como características o *Layout* de processo, no qual segundo Kulkarni, Bhatwadekars e Thakur (2015) este representa o agrupamento dos recursos com funções semelhantes (recursos do mesmo tipo).

2.2 *Systematic Layout Planning (SLP)*

O *Systematic Layout Planning (SLP)* representa uma metodologia de grande aplicabilidade em modernos sistemas de produção oriundos de projeto e reprojeto de *layouts* de instalações produtivas e de serviços, servindo também como referência para pesquisas na área (SANTOS, GOHR e LAITANO 2012).

Este sistema (SLP) consiste em uma ferramenta de auxílio para indivíduos de tal forma a escolher o melhor posicionamento das instalações, máquinas, equipamentos e pessoal na linha de produção (COSTA, 2004; MARTINS e FREITAS, 2014).

Cardoso (2011) acrescenta que o método Planejamento Sistemático de *Layout* é uma ferramenta utilizada para estruturação de *layout* de modo a analisar a relação de importância entre as atividades ou áreas da empresa, considerando suas afinidades e limitações.

Como o SLP é um modelo de procedimentos para identificar, avaliar e visualizar os elementos e as áreas envolvidos, o mesmo é estruturado em etapas operacionais que são divididas em três fases: Análise, Pesquisa e Seleção (TORTORELLA e FOGLIATTO, 2008; MARTINS e FREITAS, 2014).

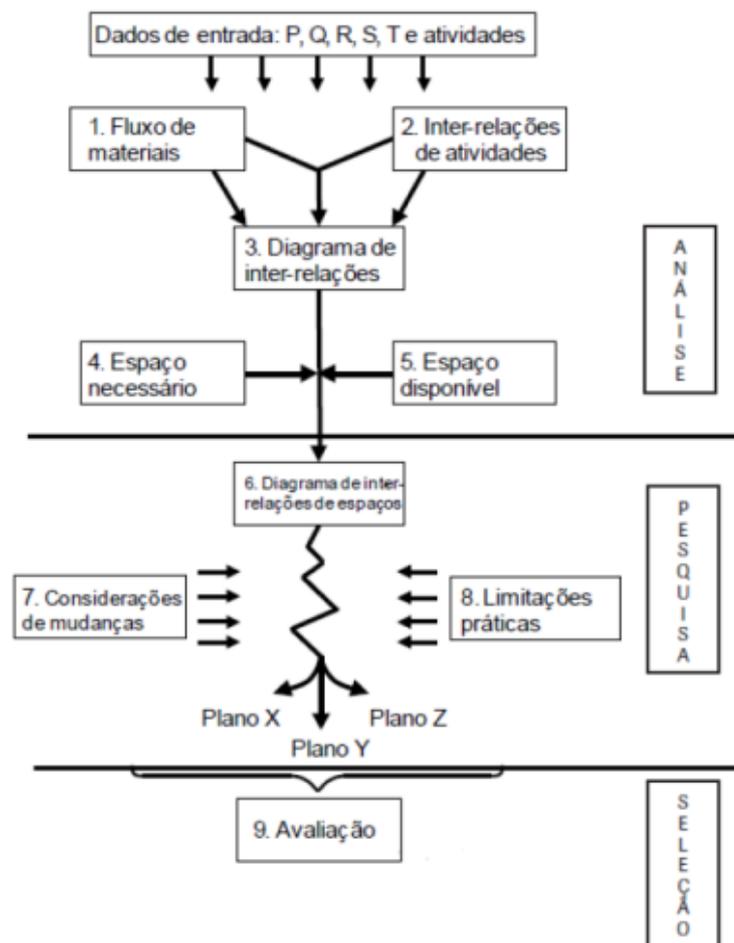
Segundo Santos, Gohr e Laitano (2012), essas três fases são constituídas pelos seguintes elementos:

- a) Dados de entrada: são as variáveis que devem ser levadas em consideração antes do início da análise do arranjo físico e dados de entrada como produto (P), quantidade ou volume de produção (Q), roteiro ou sequência do processo de produção (R), serviços de suporte (S) e tempos envolvidos na produção (T), representados pelas letras PQRST;
- b) Fluxo de materiais: identificam-se os fluxos das áreas envolvidas, de acordo com a sequência e a intensidade do deslocamento de materiais;
- c) Inter-relações de atividades: análise mais qualitativa, que procura identificar a importância da proximidade relativa entre as áreas;
- d) Diagrama de inter-relações: ferramenta que procura integrar o mapeamento do fluxo de materiais com a avaliação das interligações preferenciais.
- e) Espaço necessário: análise do espaço requerido para alocação de máquinas e equipamentos;
- f) Espaço disponível: análise do espaço disponível para a instalação de máquinas e equipamentos;

- g) Diagrama de inter-relações de espaços: é aplicado com o objetivo de gerar um arranjo físico prévio, considerando que o espaço requerido já foi devidamente balanceado com o espaço disponível;
- h) Considerações de mudanças: ocorrem os ajustes necessários, levando-se em consideração fatores relativos a tipos de processos, métodos de movimentação de materiais, necessidades de pessoal, etc;
- i) Limitações práticas: analisa a viabilidade dos projetos de *layout*, levando em consideração as mudanças e comparando-as com as limitações práticas referentes a custos, restrições técnicas, segurança, etc;
- j) Avaliação de alternativas: finalmente, os diferentes planos alternativos que forem gerados devem ser avaliados, ponderando seus benefícios e limitações.

Na Figura 1, pode se visualizar o modelo de procedimento SPL proposto por Muther (1973).

Figura 1 – Modelo de procedimento do *Systematic Layout Planning*



Fonte: Revista Produção – Tortorella e Fogliatto, 2008

2.3 Simulação na análise de cenários

Uma simulação pode ser definida como um processo de experimentação de um sistema real para observar como o sistema responderá a mudanças em sua estrutura, ambiente ou condições de contorno (HARREL et al., 2002; BATEMAN et al., 2013 *apud* GERONIMO e ANTONELLI, 2016)

Os modelos de simulação podem ser classificados como estocásticos ou determinísticos contínuos ou discretos e dinâmicos ou estáticos. Um modelo de simulação dinâmica se caracteriza por ser influenciado pelo tempo, representando assim sistemas que mudam no decorrer do tempo da simulação (BANKS et al., 2004 *apud* GERONIMO e ANTONELLI, 2016).

A extensão da tecnologia computacional proporcionou o aumento no uso de modelos de simulação dinâmica no qual as próprias linguagens de programação já são predefinidas e predeterminadas em *softwares* computacionais (BATEMAN et al. 2013 *apud* GERONIMO e ANTONELLI, 2016).

Um *software* muito utilizado em simulações dinâmicas é o FlexSim, no qual possibilita que seus usuários introduzam e simulem novas condições de procedimentos para o modelo, além de analisar a eficiência resultante dessas alterações, de modo que novos caminhos possam ser analisados para aprimorar o sistema estudado avaliando a capacidade de plantas produtivas, o balanceamento de linhas produtivas, o gerenciamento dos pontos de gargalos, a resolução de problemas de estoques intermediários, a otimização das taxas de produção entre outros, gerando uma análise dos resultados por meio de gráficos e relatórios estatísticos, auxiliando na apresentação dos resultados e nas tomadas de decisões (BANKS, et al. 2004; FLEXSIM, 2015 *apud* GERONIMO e ANTONELLI, 2016).

2.4 Análise de multicritérios para layout

Através do contexto das análises intrínsecas das modelagens de Pesquisa Operacional, surge a abordagem multicritério cujo objetivo é apoiar as decisões complexas caracterizadas pela dificuldade de definição dos critérios ou das alternativas disponíveis em ambientes com problemas diversos no qual as soluções geralmente passam pela análise de diversos parâmetros e variáveis (COSTA; DUARTE JÚNIOR, 2013; HEIN et al, 2015; LIMA JÚNIOR; CARPINETTI, 2015; ARESE,2017).

A necessidade pela metodologia multicritérios deriva do fato de que vários pontos de vista e objetivos devem ser simultaneamente considerados em situações decisivas, cujos processos devem ser orientados por uma análise com métodos multicritérios, de modo a guiá-los quanto a escolha, ordenação ou classificação das ações potenciais e o esclarecimento a decisão por uma descrição (TORTORELLA e FOGLIATTO, 2008; GOMES, GOMES e ALMEIDA, 2014).

Para Infante, Oliveira e Assumpção (2017), uma característica importante dos métodos multicritérios em relação a outros métodos de tomada de decisão é a inclusão do julgamento e avaliação dos pontos decisores no processo de decisão.

Deste modo, algumas técnicas multicritério poderiam ser utilizadas na análise de *layouts* alternativos, já que os problemas de escolha de *layout* costumam partir de um conjunto predefinido de alternativas, dificilmente sendo incorporados novos *layouts* à medida que o processo de tomada de decisão se desenrola, dado a complexidade da tarefa de desenvolvimento de *layouts* alternativos (INFANTE, OLIVEIRA e ASSUMPÇÃO, 2017; TORTORELLA e FOGLIATTO, 2008).

2.5 TOPSIS

O método TOPSIS (*Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) vem sendo bastante utilizado como uma ferramenta simples e de fácil aplicação para a aplicação na ordenação dos critérios estruturando as preferências, por meio da avaliação do desempenho de alternativas através de similaridade com a solução ideal (HEIN et al, 2015; KROHLING; SOUZA, 2011; LIMA JÚNIOR; CARPINETTI, 2015; ARESE, 2017)

Amaro e Lima Junior (2015), afirmam que o princípio básico do TOPSIS consiste na escolha de uma alternativa que esteja tão próxima quanto possível da solução ideal positiva e o mais distante quanto possível da solução ideal negativa. A solução ideal é formada tomando-se os melhores valores alcançados pelas alternativas durante a avaliação em relação a cada critério de decisão, enquanto a solução ideal negativa é composta de forma similar, tomando-se os piores valores.

Outra vantagem deste método é a possibilidade de ser utilizado para grande número de alternativas e critérios, utilizando dados objetivos e quantitativos, obtendo como resultado final a ordenação geral das alternativas (ALVIM et al, 2015; AMARO e LIMA JUNIOR, 2015).

Amaro e Lima Junior (2015), descreve a aplicação do método TOPSIS numa série de etapas sucessivas, nas quais pode ser utilizada uma planilha eletrônica como ferramenta básica para seu desenvolvimento. As etapas da aplicação do método TOPSIS podem ser observadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas da aplicação do método TOPSIS

Conceito	Descrição	Fórmula
Construir a matriz de decisão	Deve-se realizar inicialmente a montagem da matriz de decisão a X c, em que “a” são as alternativas e “c” os critérios. A partir daí, inicia-se a aplicação das etapas sugeridas pelo método TOPSIS.	$M = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_j & \dots & C_m \\ A_1 & m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1j} & \dots & m_{1m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ A_i & m_{i1} & m_{i2} & \dots & m_{ij} & \dots & m_{im} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots \\ A_n & m_{n1} & m_{n2} & \dots & m_{nj} & \dots & m_{nm} \end{matrix}$ $\tilde{W} = [\tilde{w}_1; \tilde{w}_2; \dots; \tilde{w}_m]$
Calcular a matriz normalizada	A normalização da matriz de decisão pode ser realizada de diversos modos, neste caso foi utilizada a normalização linear.	$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum x_{ij}^2}}$ <p>Em que X_{ij} representa o escore do j-ésimo critério para a i-ésima fonte de dados</p>
Calcular a matriz com os pesos	Multiplica-se a matriz normalizada pelos respectivos pesos dos critérios. definição dos pesos é realizada de acordo com percepções de valor do decisor ou de um grupo de decisores. Neste trabalho, se optou por utilizar peso linear.	$V_{ij} = w_{ij} \cdot r_{ij}$ <p>Onde w_{ij} é o peso definido para cada atributo ou critério.</p>
Identificação da solução ideal (PIS) e da solução anti-ideal (NIS)	Nesta etapa, determinam-se os melhores níveis, que representam a solução ideal (S+) para cada um dos critérios analisados. Procede-se do mesmo modo para os piores níveis, que representam a solução anti ideal, (S-)	$S^+ = \{(\max v_{ij} j \in J), (\min v_{ij} j \in J')\}$ $S^- = \{(\min v_{ij} j \in J), (\max v_{ij} j \in J')\}.$ <p>Onde J e J' representam o conjunto de critérios.</p>
Calcular as distâncias entre a situação ideal positiva e negativa	Calcula-se a medida de separação para cada alternativa em relação à solução ideal e anti-ideal Essas distâncias euclidianas entre cada alternativa e sua solução ideal positiva (D+) e sua solução anti-ideal (D-) são calculadas conforme as fórmulas ao lado.	$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n [v_{ij}(x) - v_j^+(x)]^2}$ $D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n [v_{ij}(x) - v_j^-(x)]^2}$
Calcular a similaridade para a posição ideal positiva	Por fim, chega-se ao coeficiente C ou resultado da aproximação da situação ideal (C _i) e a definição da ordenação das alternativas que são classificadas em ordem decrescente de acordo com os valores do coeficiente de aproximação, definido no intervalo [0,0,1,0].	$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$ <p>Considera-se que as alternativas mais próximas de 1,0 são as melhores.</p>

Fonte: Adaptado de Amaro e Lima Junior (2015)

A comparação entre critérios pode ser realizada pela escala de importância relativa entre duas alternativas, atribuindo às alternativas valores de pesos que variam de 1 a 9, de modo a determinar a importância relativa de uma alternativa *i* com relação à alternativa *j* gerando uma matriz consolidada com valores numéricos. Tal escala foi fundamentada por Saaty (1980) visando facilitar o entendimento nas atribuições de pesos aos critérios (WOLLMANN et al., 2012; MACCARI, MARTINS E MARTINS, 2015).

3. Metodologia

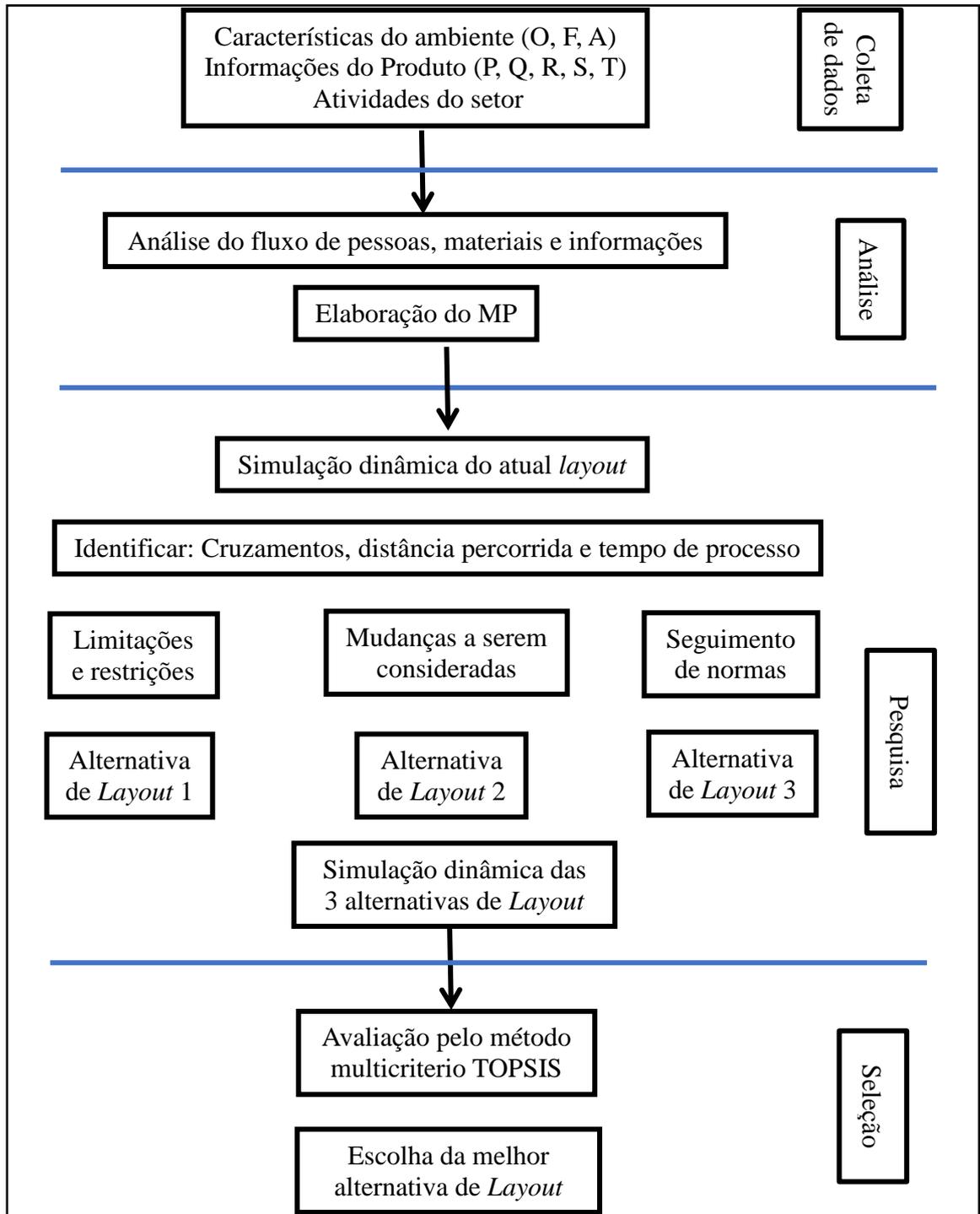
O presente trabalho será apresentado em etapas metodológicas que darão suporte técnico ao desenvolvimento do estudo aqui apresentado.

3.1 Etapas Metodológicas

Com o objetivo de deixar mais claro a forma realizada do presente estudo, o mesmo foi estruturado para se desenvolver em quatro etapas metodológicas: Coleta de dados, Análise, Pesquisa e Seleção. Esta estrutura da metodologia da pesquisa desenvolvida em questão teve como embasamento a metodologia do SLP de Murther (1973) apresentada na Figura 1 do item 2.2.

A Figura 2, apresenta as etapas metodológicas deste estudo nas quais serão explicadas no decorrer do texto.

Figura 2 – Estrutura da metodologia da pesquisa desenvolvida.



Fonte: Autoria Própria (2018)

3.1.1 Coleta de Dados

Segundo Costa et al. (2017), ao se definir uma pesquisa como qualitativa – caracterizada com a aplicação de métodos claros e sistemáticos resultantes das técnicas de coleta de dados utilizadas como entrevistas, questionários, relatos, observações, entre outros, de forma a identificar e a explorar o universo de significados que compõem o fenômeno estudado e as interações – ou quantitativa – aproximando-se de abordagens estatísticas na coleta, na análise e na apresentação dos dados de forma a apoiar-se em evidências numéricas geralmente através de formulários organizados em software, estar-se-á fazendo referência ao método de análise dos dados obtidos. Portanto, o presente trabalho se caracteriza tanto como qualitativa quanto quantitativa.

Desta forma, para melhor organização e visualização dos tipos e procedimento de dados coletados *in loco* no presente estudo, a etapa de coleta de dados foi dividida em três fases: (i) análise do ambiente, (ii) informações operacionais e (iii) cronoanálise.

A primeira fase para a coleta de dados – análise do ambiente – foi à realização de uma visita técnica no Ambulatório a fim de observar o local, identificando as características do ambiente tais como operações, funções, áreas e setores, organizados em uma planilha no software Excel. Já para análise das características do prédio, foram avaliados os espaços necessários e o espaço disponível, fez-se como uso de instrumento de apoio, a retirada de fotos do setor selecionado para estudo possibilitando deste modo à elaboração do *layout* atual do local.

Em seguida na segunda fase – informações operacionais – foram preenchidas planilhas no *software* Excel, pré-elaboradas e reajustadas conforme necessário, através da realização de um *brainstorm* com gerentes e funcionários do ambulatório, com o objetivo de obter informações do produto, quantidade, roteiro, serviços de suporte e tempo, (PQRST) do setor selecionado para pesquisa - tais como: número de prestadores de serviço atuantes no espaço e demanda a ser atendida de atividades, tempo de atendimento e processamentos da operação para elaboração dos laudos.

Por fim, na terceira fase foi realizada a cronoanálise das operações desde o atendimento do paciente na recepção inicial até o encaixotamento dos tubos com sangue colhidos anexados aos laudos para expedição, por meio de um cronometro virtual.

3.1.2 Pesquisa

Após a obtenção dos dados anteriores, pode-se realizar a análise de fluxo de pessoas, informações e materiais do setor Laboratório para a elaboração do mapeamento dos processos através do *software* Bizagi e pela ferramenta SIPOC.

Seguidamente, foi desenvolvido o *layout* atual do setor Laboratório pelo aplicativo MagicPlan para poder realizar a simulação dinâmica das atividades envolvidas no setor por meio do software FlexSim com objetivo de identificar dados para análise do processo como: a quantidade de cruzamentos de pessoas, quantidade de distância percorrida por pacientes e distância percorrida do tubo com sangue colhido.

Posteriormente, foram geradas três novas alternativas de *layouts* do setor Laboratório pelo aplicativo Magicplan, visando otimizar: a quantidade de cruzamentos de pessoas, quantidade de distância percorrida por pacientes e distância percorrida do tubo com sangue colhido pelo setor em estudo.

Em seguida, foi realizada a simulação dinâmica dos três novos *layouts* elaborados do setor Laboratório pelo FlexSim com objetivo de identificar os mesmos dados avaliados na primeira simulação referente ao *layout* atual do setor.

3.1.3 Seleção

Por fim, de posse das três simulações realizadas relacionadas aos *layouts* elaborados, se aplicou o método multicritério TOPSIS para avaliar a melhor alternativa dentre os três *layouts* gerados, auxiliando na tomada de decisão da seleção do melhor *layout* reestruturado. Para tanto, os critérios adotados para o método foram baseados nos setes critérios de desperdício, sendo estes: a quantidade de cruzamentos de pessoas, quantidade de distância percorrida por pacientes e distância percorrida do tubo com sangue colhido da área em estudo.

O Ambulatório Médico de Especialidades (AME) em estudo é caracterizado pelo atendimento de especialidades médicas, tais quais: Alergologia, Anestesiologia, Cardiologia, Cirurgia Geral, Dermatologia, Endocrinologia, Gastroenterologia, Ginecologia, Infectologia, Mastologia, Nefrologia, Neurologia, Neurologia Infantil, Obstetrícia (Alto Risco), Oftalmologia, Ortopedia, Otorrinolaringologia, Pneumologia, Proctologia, Reumatologia e Urologia; além de pequenas cirurgias ambulatoriais como Dermatológicas, Cirurgia Geral, Oftalmológicas, Ortopédicas e Urológicas.

O mesmo também possui equipamentos de alta qualidade, instalados para realizar exames das mais variadas naturezas, solicitados por médicos do ambulatório ou das Unidades Básicas de Saúde, sendo composto por cento e quarenta e um funcionários, dentre eles psicóloga, assistentes sociais, auxiliares de enfermagem, enfermeiros, técnicos de enfermagem, médicos, e funcionários dos setores administrativos e recepção.

No último semestre de 2017 (meses de julho a dezembro), foram realizadas trinta e oito mil e setecentos e sessenta e oito (38.768) consultas médicas; nove mil e novecentos e quarenta e quatro (9.944) consultas não médicas; três mil e oitocentos e vinte e oito (3.828) cirurgias ambulatoriais.

3.2 Resultados

Para a realização do estudo, foi selecionado o setor Laboratório, onde realizam os diversos exames solicitados pelos médicos, visto que o fluxo de pessoas por tempo de atendimento neste setor foi identificado como o mais intenso.

O Laboratório conta com nove (9) funcionários compostos por recepcionistas, enfermeiras e farmacêuticas na elaboração de laudos, no qual é atendida uma média de mil cento e vinte (1120) pessoas por mês e realizados cerca de onze mil e oitocentos e cinquenta e três (11853) exames, de diversos tipos, por mês. Dentre eles, os que mais se destacam em quantidade são os exames de sangue: hemogramas, glicose e coagulação sanguínea, além dos exames de urina e fezes.

No presente trabalho, levou-se em consideração para a pesquisa o número de laudos médicos atendidos pelo laboratório, uma vez que a variação dos tipos de exames é alta e o presente laboratório não possui programa de seleção e quantificação destes diversos tipos de exames no sistema, o que impossibilita um estudo mais detalhado e eficiente.

A pesquisa *in loco* se deu início com a coleta de dados realizada durante uma visita técnica no Ambulatório a fim de observar o local, no qual possibilitou a análise quantitativa do setor como apresentado no Quadro 2, e consequentemente a identificação das características do ambiente conforme apresentadas na Tabela 1.

Quadro 2 – Quantidade de laudos médicos atendidos por dia, durante um mês.

Número de Laudos atendidos/ Dia	Segunda-feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-feira	Sexta-feira
Semana 1	0	0	72	51	47
Semana 2	59	61	53	54	50
Semana 3	63	65	55	49	55
Semana 4	62	46	49	31	45
Semana 5	50	58	45	0	0
TOTAL NO MÊS	1120				
MÉDIA POR DIA / TOTAL MÊS	53,33				

Fonte: Autoria própria (2018)

No Quadro 2, foram coletados a quantidade de laudos médicos atendidos por dia no período de um mês. Com isso obteve-se a média de laudos por dia durante o mês avaliado, resultando em 53,33 laudos atendidos.

Tabela 1 – Tabela 1- Dados estatísticos do Laboratório

Nº de funcionários	Atividade	Estimativa do Nº de pessoas atendidas / dia	Tempo total de atendimento (horas)	Nº de pessoas / tempo de atendimento (horas)
9	Coleta de sangue, urina e fezes.	53,33	2,5	21,33

Fonte: Autoria Própria (2018)

Para analisar as características do prédio, foram avaliados os espaços necessários e o espaço disponível, através da retirada de fotos do setor selecionado para estudo, representadas no Apêndice 1 e a retirada da metragem do espaço observado através de aplicativo virtual via mobile, possibilitando deste modo à elaboração do *layout* atual do local.

Visto que o espaço físico do AME como um todo no qual foi realizada a pesquisa é de grande extensão, foram levadas em consideração apenas as dimensões dos espaços de fluxo por onde os pacientes que usufruem do serviço laboratorial passam, a fim de deixar o trabalho mais preciso e objetivo.

Posteriormente, iniciou-se a segunda fase da coleta de dados sobre alguns procedimentos operacionais, através de um *brainstorm* com funcionários do ambulatório, com o objetivo de obter informações do produto, quantidade, roteiro, serviços de suporte e tempo (PQRST) do setor selecionado para pesquisa - tais como: número de prestadores de serviço atuantes no espaço e principais atividades dos respectivos postos de trabalhos do Laboratório, tempo de atendimento, e as operações desde o atendimento do paciente na recepção inicial até

o encaixotamento dos tubos com sangue colhidos anexados aos laudos para expedição. Logo, os dados obtidos foram organizados e apresentados no Quadro 3, Quadro 4 e no Quadro 5.

Quadro 3 – Número de funcionários e principais atividades dos respectivos postos de trabalhos do Laboratório

SETOR: Laboratório		
Horário de Atendimento:	Das 6h e 30 min às 9h	
Posto de trabalho	Nº de funcionários	Principais atividades
Recepção	2	Identificação do cliente e laudo; Impressão de dados do laudo.
Coleta	3 + 1	Realiza coleta de sangue.
Triagem	3 + 1	A centrifugação dos Exames de sangue; separa e coloca em saquinhos com a ficha dobrada de cada paciente; em seguida confere e coloca separados em caixas: lotes de sangue, lotes de urina e lotes de fezes.

Fonte: Autoria própria (2018)

Pode-se observar no Quadro 3, os postos de trabalho do setor selecionado e suas respectivas atividades, além do número de funcionários atuantes em cada posto.

Nos postos de trabalho de Coleta e Triagem geralmente são utilizadas três técnicas em enfermagem e mais uma farmacêutica. Visto que há três farmacêuticas que atuam também no posto de Análise, estas revisam entre elas nos diferentes setores, ou seja, as três técnicas em enfermagem atuam no posto de Triagem (uma para triagem de urina e fezes e duas na triagem de sangue) e uma farmacêutica atua na conferência dos laudos após a triagem. E no posto de Coleta, as três técnicas em enfermagem e uma das farmacêuticas (sendo esta diferente da farmacêutica que atua na conferência no posto de Triagem) realizam as coletas de sangue quando o fluxo de atendimento é intenso.

Já as informações indicadas no Quadro 4 representam os processos operacionais realizados desde o atendimento do paciente na recepção inicial até o encaixotamento dos tubos com sangue colhidos anexados aos laudos para expedição, de forma a auxiliar na elaboração futura de um mapa de processos.

Quadro 4 – Etapas das operações internas do Laboratório

ETAPAS	OPERAÇÃO INTERNA
1º	Atendimento A do paciente
2º	Atendimento B do paciente na recepção do laboratório
3º	Imprimir laudo do paciente
4º	Preparação do paciente antes da coleta
5º	Coleta do Sangue
6º	Colocar tubo com sangue no rack
7º	Preparação do paciente após a coleta
8º	Centrifugação do sangue
9º	Separação dos tubos de sangue e laudos dos respectivos pacientes
10º	Conferência e encaixotamento dos materiais de exames para expedição

Fonte: Autoria própria (2018)

Por fim, na terceira etapa da coleta de dados, foi realizada a cronoanálise das operações desde o atendimento do paciente na recepção inicial até o encaixotamento dos tubos com sangue colhidos anexados aos laudos para expedição.

No Quadro 5 podemos observar detalhadamente os tempos de cada operação mensurados na pesquisa, fundamentais no momento da futura simulação dinâmica.

Quadro 5 – Cronoanálise das atividades operacionais internas e externas dos exames

CRONOANÁLISE	
OPERAÇÃO INTERNA	Lead Time (s)
Atendimento “A” do paciente	58
Atendimento “B” do paciente na recepção do laboratório	25
Imprimir laudo do paciente	12
Preparação do paciente antes da coleta	109
Coleta do Sangue	142
Colocar tubo com sangue no rack	06
Preparação do paciente após a coleta	47
Centrifugação do sangue	900
Separação dos tubo de sangue e laudos dos respectivos pacientes	2100
Conferência e encaixotamento dos materiais de exames para expedição	600

Fonte: Autoria própria (2018)

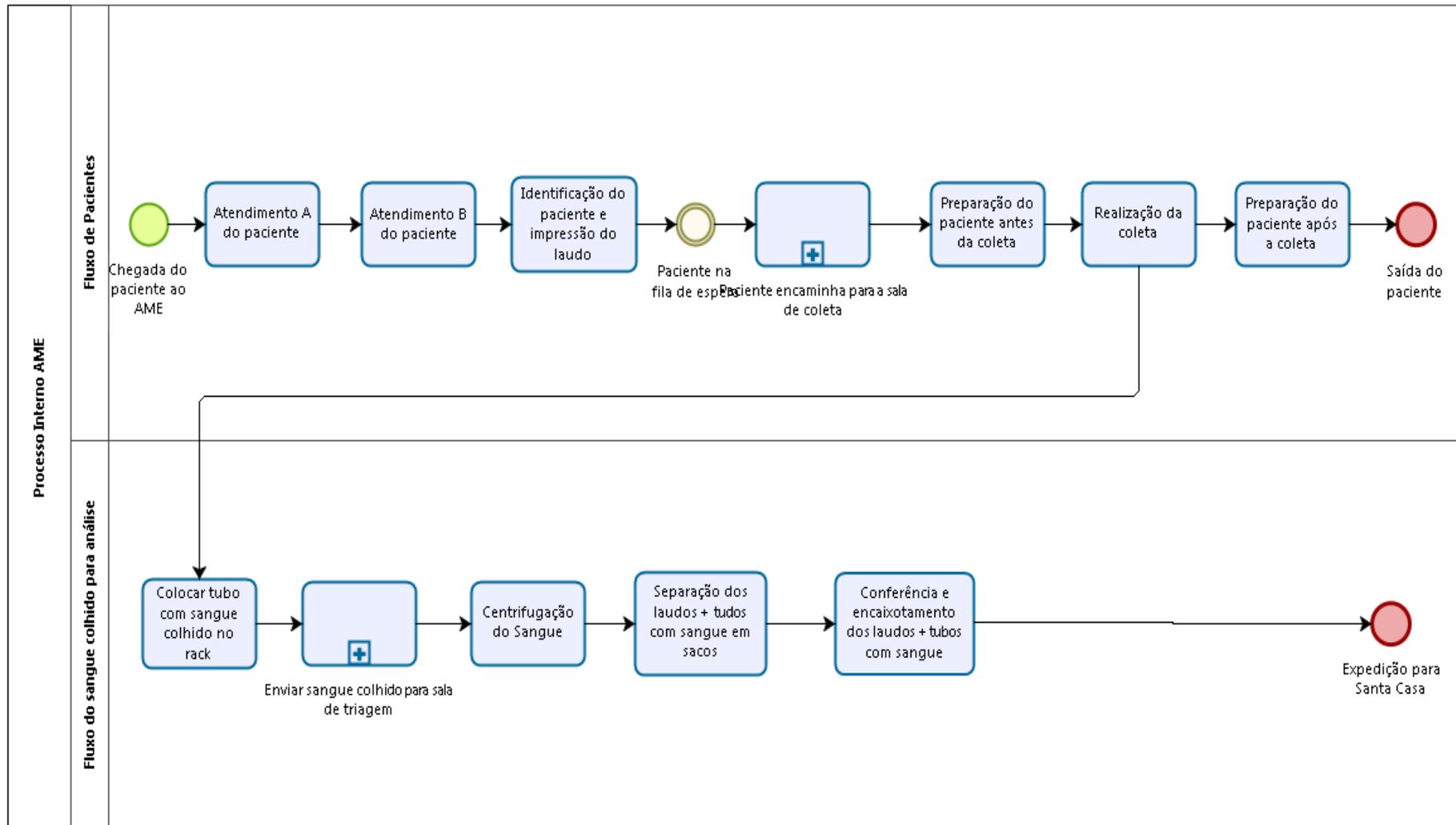
3.2.1 Mapeamento de processos

Uma ferramenta utilizada para propor melhorias num sistema operacional é o mapeamento de processos em combinação com a gestão por processo, atingindo o nível mais concreto da classificação de um processo, de modo a procurar, identificar e incluir o principal sistema no qual os colaboradores operam.

Com isso, um mapa de processos deve identificar as atividades inter-relacionadas em um determinado *workflow*, capacitando de maneira eficaz e eficiente o redesenho orientado das atividades (BALOGUN et al., 2014; KOSCHMIDER e REIJERS, 2015; GARCIA, ERTRINGER e FERREIRA; 2017).

A seguir, pode-se visualizar de forma sistemática e objetiva o trabalho realizado no setor Laboratorial do AME e consequente compreensão das atividades do processo em estudo, conhecimento da sequência e a inter-relação entre elas, através do mapa de processos em linguagem BPMN, apresentada na Figura 3.

Figura 3 – Mapeamento de processos das atividades



Fonte: Autoria própria (2018)

O mapeamento de processo representado na Figura 3 foi elaborado através do auxílio do Quadro 5, em que as informações sobre os processos operacionais realizados para obtenção dos resultados de exames emitidos em laudos médicos estão descritos, desde o momento em que o paciente chega ao ambulatório para a realização da coleta de sangue, até o envio dos tubos de sangue colhidos com seus respectivos laudos, para análise realizada externamente do Ambulatório Médico de Especialidades.

De acordo com a ferramenta utilizada no mapeamento de processos, o software Bizagi Modeler®, nada mais é do que um fluxograma que utiliza símbolos da análise de sistemas.

Como ferramenta de integração ao mapa de processos, o SIPOC, uma sigla formada pelas cinco partes dessa ferramenta: *supplier* (fornecedores), *input* (entradas), *process* (processo), *output* (saídas) e *customer* (clientes), busca melhorar o entendimento dos processos, definindo suas partes principais e sendo capaz de complementar as informações obtidas pelo Bizagi, por permitir a quantificação das informações. (CABRAL, COSTA e GAMARRA, 2017).

Desse modo, efetuou-se um modelo SIPOC para identificar mais claramente e objetivamente os principais fornecedores, *inputs*, *outputs* e clientes que envolvem o processo principal em estudo, como representado no Quadro 6.

Quadro 6 – SIPOC do processo de análise de exames emitidos por laudos médicos

S	I	P	O	C
FORNECEDORES	INPUTS	PROCESSO	OUTPUT	CLIENTES
Médico	Laudo	Coleta de sangue e análise dos exames laboratoriais	Resultados dos laudos	Médico
Paciente	Sangue			
	Urina			
	Fezes			
Laboratório	Agulha			
	Seringa			
	Algodão			
	Álcool			
	Garrote			
	Canhão			
	Agulha a vácuo			
	Tubo EDTA Roxo			
	Tubo Fluoreto Cinza			
	Tubo Citrato Azul			
Coletor Steril				

Fonte: Autoria própria (2018)

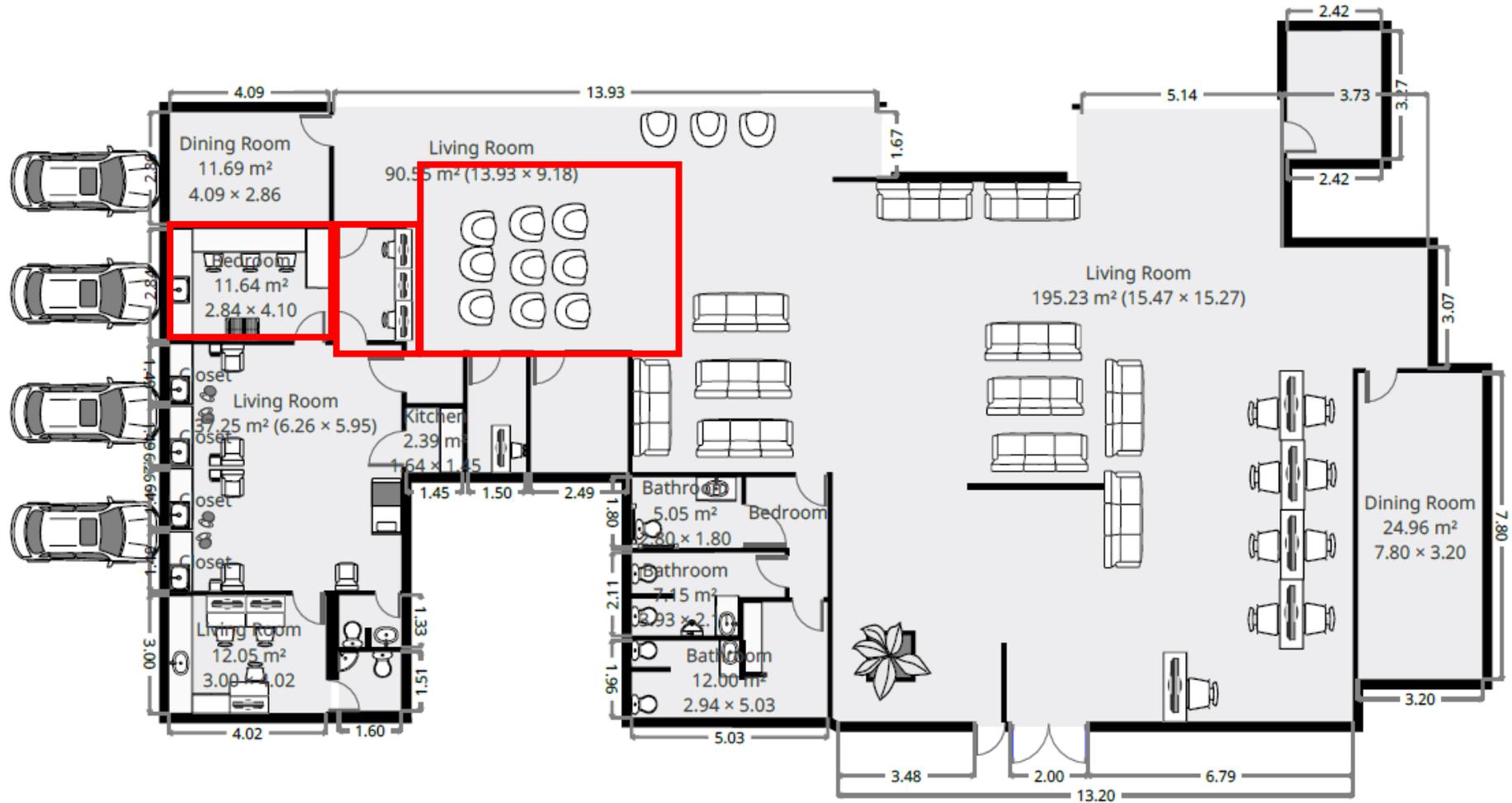
3.2.2 Elaboração do atual *Layout* atual do Laboratório

Através das dimensões obtidas e observação das fotos tiradas *in loco* para a pesquisa, foi possível a elaboração do *layout* atual do Laboratório e das áreas de circulação pelos quais os usuários do Laboratório percorriam durante o atendimento através do aplicativo MagicPlan, como apresentado na Figura 4.

A elaboração do atual *layout* teve como principal objetivo a orientação das disposições de máquinas e equipamentos do setor de tal modo a identificar as principais limitações e mudanças a serem consideradas para a realização futura da simulação dinâmica.

As áreas demarcadas em vermelho são as que foram identificadas para sofrer alterações após a análise da realização da futura simulação dinâmica do presente layout desenvolvida como apresentado na seção 3.2.3.

Figura 4 – Layout atual das partes de circulação dos usuários do Laboratório



Fonte: Autoria própria (2018)

3.2.3 Desenvolvimento e análise de dados da simulação dinâmica do atual *layout* do Laboratório

Após a elaboração do atual *layout* do setor e espaços utilizados pelos usuários do Laboratório, pode-se realizar a simulação dinâmica dos processos desenvolvidos no interior do Ambulatório Médico de Especialidades desde o atendimento do paciente na recepção inicial até o encaixotamento dos tubos com sangue colhidos anexados aos laudos para enviar a Santa Casa, corroborando para identificar a distância percorrida por paciente e a distância percorrida do tubo de sangue colhido (em metros) através da contagem do plano quadriculado presente no software, além de possibilitar identificar visualmente o número de cruzamentos presente nos fluxos através da inserção da função *networknode* do software, como apresentado no Apêndice 2. Com isso, fez-se o uso do *software* FlexSim, no qual pode-se observar: a quantidade de cruzamentos de pessoas, a distância percorrida por pacientes e distância percorrida do tubo com sangue colhido, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados da simulação dinâmica referente aos processos no atual *layout* do Laboratório

Distância percorrida por paciente (m)	Distância percorrida do tubo de sangue colhido (m)	Nº de cruzamentos
70,122	37,601	3

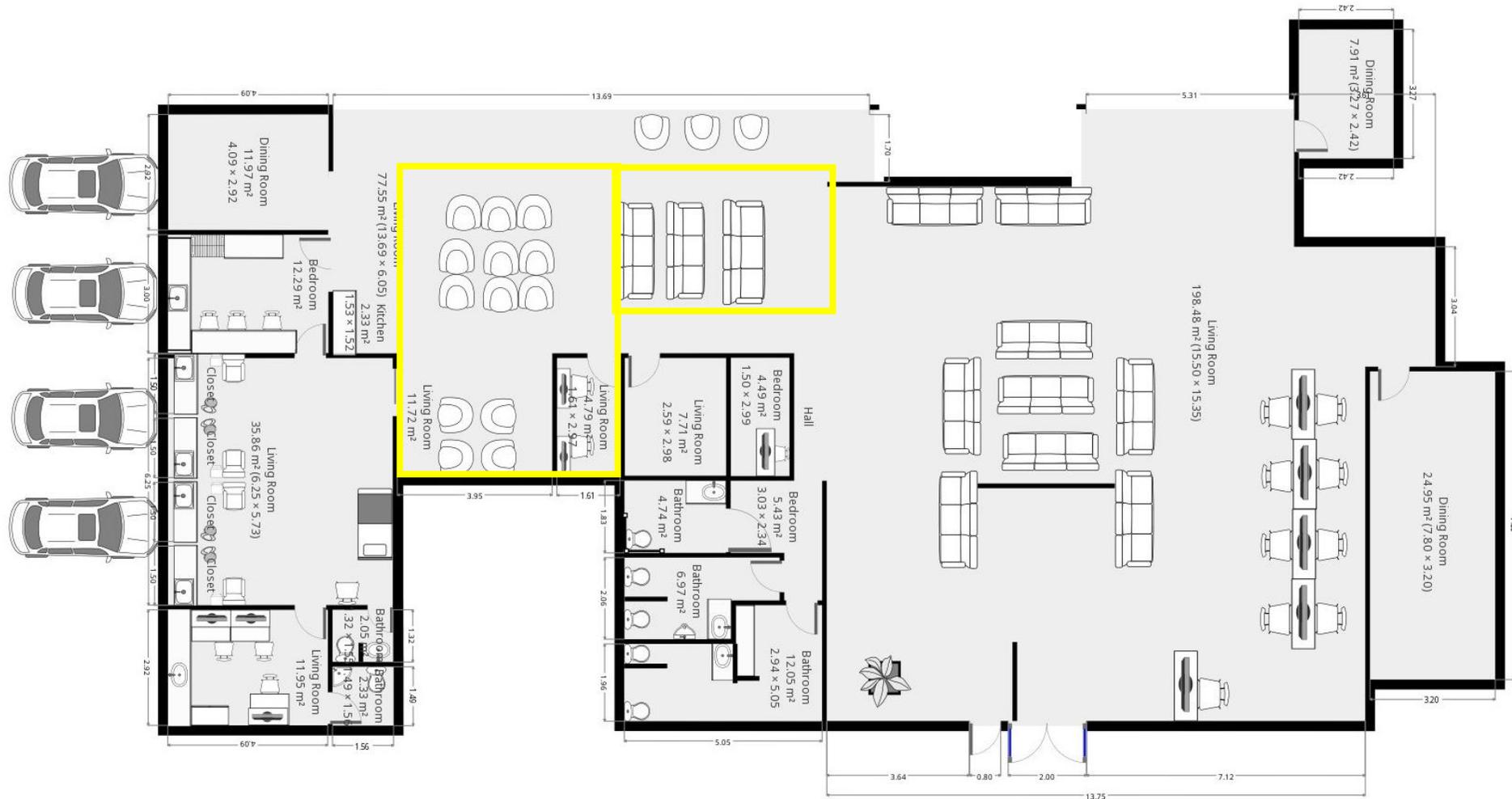
Fonte: Autoria própria (2018)

Feita a simulação dinâmica do atual *layout* e conseqüentemente obtendo-se os resultados sobre o processo na Tabela 2, realizou-se uma análise no qual possibilitou identificar como restrições algumas disposições de encanamentos e como oportunidades de melhoria a otimização da quantidade de cruzamentos de pessoas, da distância percorrida por pacientes e da distância percorrida pelo tubo com sangue colhido.

3.2.4 Elaboração de três novas alternativas de *layout* para o Laboratório

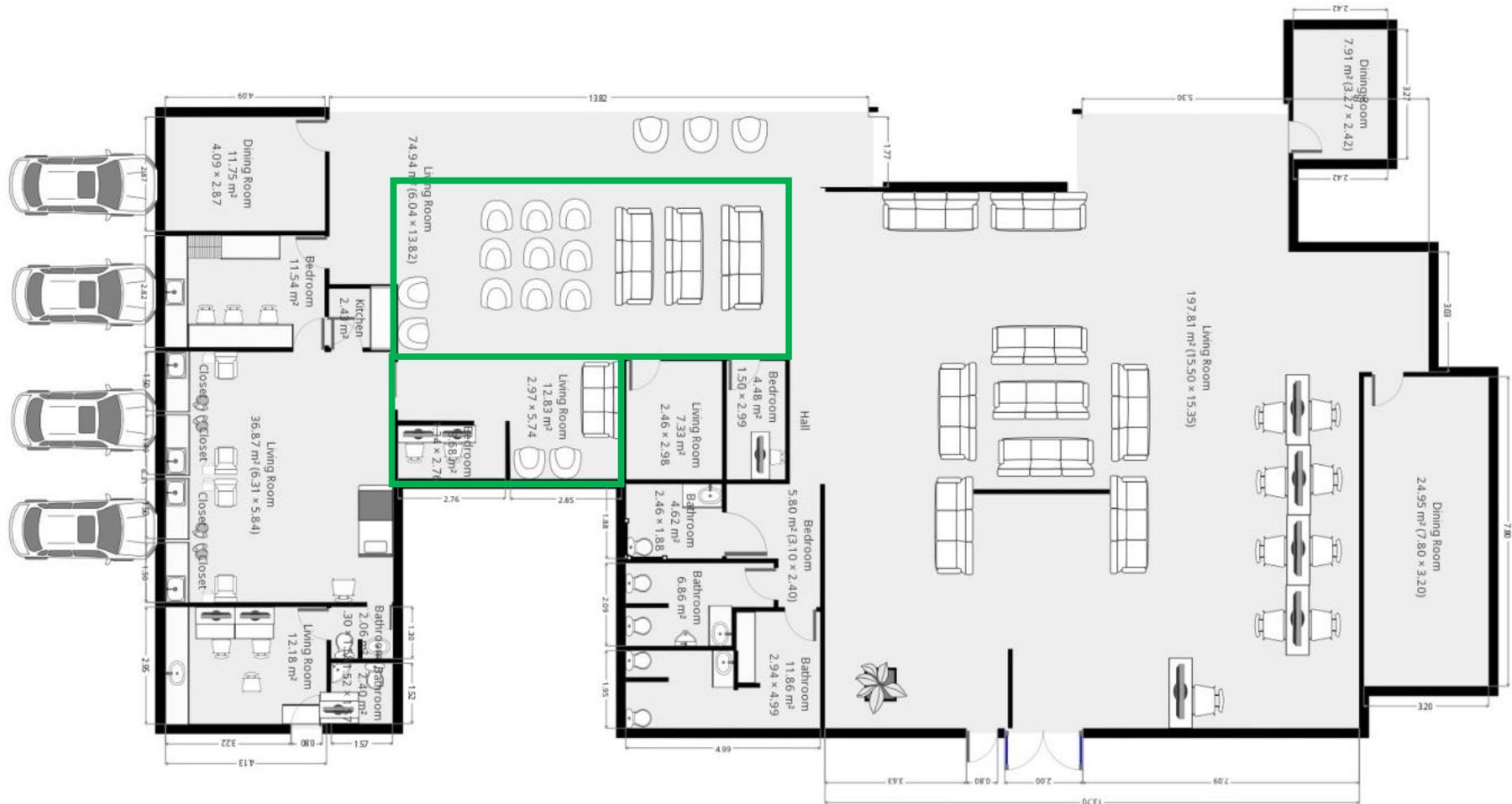
Após realizar a análise da simulação do atual *layout* e identificar as principais oportunidades de melhoria dentro do mesmo, pode-se desenvolver pelo aplicativo MagicPlan mais três alternativas de modelos de *layouts* com o objetivo de proporcionar as melhorias levantadas no item 3.2.3 anterior, como apresentados na Figura 5, Figura 6 e Figura 7, onde as áreas demarcadas com as cores azul, amarelo e verde, são as que sofreram alterações de posicionamento em relação as áreas demarcadas em vermelho do atual *layout*,

Figura 6 – Proposta 2 de layout



Fonte: Autoria própria (2018)

Figura 7 – Proposta 3 de layout



Fonte: Autoria própria (2018)

A alternativa 1 de *layout* proposta apresentou alterações em relação aos espaços de atendimento realizado pela recepção do laboratório (nomeado de atendimento B no mapeamento de processos) o que inclui as cadeiras de espera, e na sala de triagem.

Na alternativa 2 de *layout* proposta apresentou alteração em relação ao espaço de atendimento realizado pela recepção do laboratório, e apenas uma pequena alteração na sala de triagem, no qual foi colocado mais uma porta para otimizar a distância percorrida de expedição do tubos com sangue colhidos encaixotados.

Já a alternativa 3 de *layout* proposta seguiu bem semelhante a alternativa 2, ou seja, manteve-se as características físicas na sala de triagem, alterando apenas as disposições do local de atendimento realizado pela recepção do laboratório e as cadeiras de espera. Todas as alternativas apresentadas anteriormente das alterações realizadas nas disposições físicas das alas selecionadas em vermelho do *layout* atual até o presente momento, tinham como maior objetivo a otimização do número de cruzamentos entre pessoas, a redução da distância percorrida por paciente e também por tubo de sangue colhido.

3.2.5 Desenvolvimento e análise da simulação das três novas alternativas de *layout* do Laboratório

Feito as três novas alternativas de *layout* do Laboratório, foram realizadas as simulações dinâmicas dos três respectivos *layouts*, corroborando para identificar a distância percorrida por paciente e a distância percorrida do tubo de sangue colhido (em metros) através da contagem do plano quadriculado presente no software, além de possibilitar identificar visualmente o número de cruzamentos presente nos fluxos através da inserção da função *networknode* do software, como apresentado no Apêndice 3, Apêndice 4 e Apêndice 5.

Deste modo, foi possível levantar os dados em comum a simulação do *layout* atual: a quantidade de cruzamentos de pessoas, a distância percorrida por pacientes e a distância percorrida do tubo com sangue colhido das três simulações dinâmicas realizadas, o qual permitiu observar que os objetivos de otimização dos critérios adotados no presente estudo foram alcançados, como apresentados na Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5, de modo a permitir uma futura análise por método de multicritérios TOPSIS.

Tabela 3 – Dados da simulação dinâmica referente aos processos da 1° alternativa layout proposta

Distância percorrida por paciente (m)	Distância percorrida por tubo de sangue colhido (m)	Nº de cruzamentos
66,458	27,486	1

Fonte: A autoria própria (2018)

Tabela 4 – Dados da simulação dinâmica referente aos processos da 2° alternativa layout proposta

Distância percorrida por paciente (m)	Distância percorrida por tubo de sangue colhido (m)	Nº de cruzamentos
62,529	20,106	2

Fonte: A autoria própria (2018)

Tabela 5 – Dados da simulação dinâmica referente aos processos da 3° alternativa layout proposta

Distância percorrida por paciente (m)	Distância percorrida portubo de sangue colhido (m)	Nº de cruzamentos
60,110	28,200	2

Fonte: A autoria própria (2018)

4. Análise e resultados

Ao obterem-se os dados referente às simulações dinâmicas das três novas alternativas de *layout* para o Laboratório, uma análise de multicritérios foi realizada por meio do método TOPSIS com objetivo de identificar a melhor opção dentre as três novas alternativas de *layouts* propostas elaboradas, avaliando a ponderação dos benefícios e restrições de cada modelo.

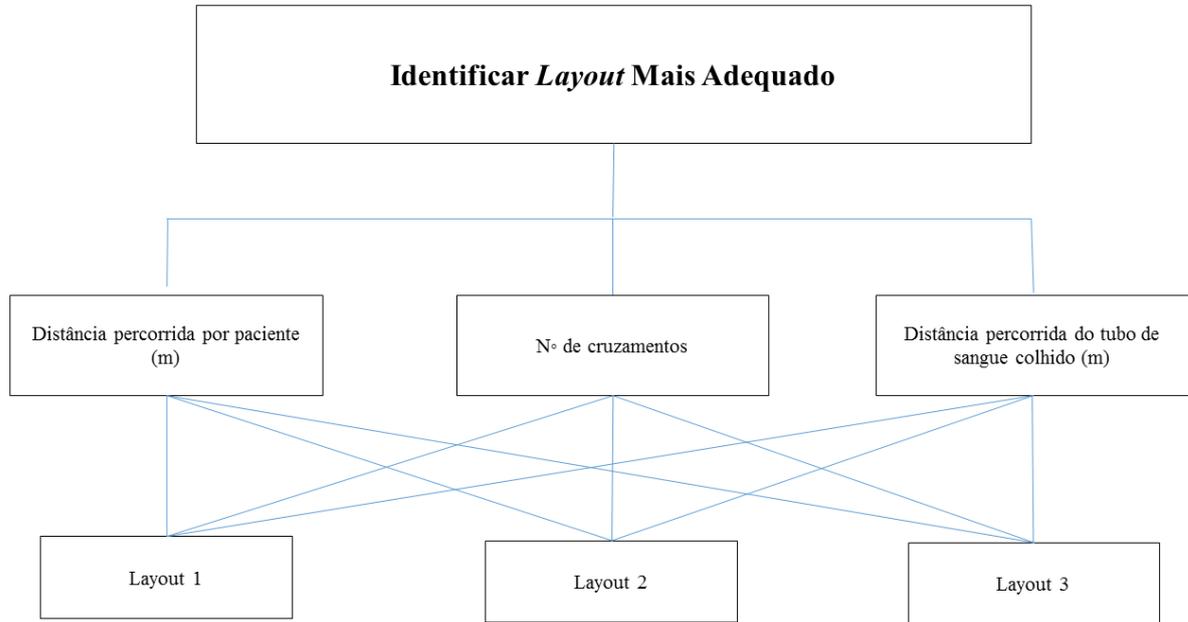
Dessa forma, a matriz hierárquica do modelo foi construída, apresentando os 3 critérios que compõem as características de movimentação que são avaliadas em um layout. Os quais são:

- C1: Distância percorrida por paciente (m);
- C2: Nº de cruzamentos;
- C3: Distância percorrida por tubo de sangue colhido (m).

Foram selecionados apenas estes três critérios, por serem os únicos resultados obtidos quantitativamente na simulação dinâmica, para serem analisados pelo método TOPSIS.

Posteriormente determinou-se a matriz hierárquica do problema em estudo, conforme a Figura 8.

Figura 8 – Matriz hierárquica de identificação do *layout* mais adequado



Fonte: Autoria própria (2018)

Como se pode notar todos os critérios são avaliados para cada *layout* proposto, salienta-se que os critérios C1, C2 e C3 são critérios de minimização, ou seja, quanto menor seu valor melhor essa característica é representada. Dessa forma, a partir dos dados das Tabelas, 3, 4 e 5, e com a matriz hierárquica construída na Figura 8 anterior, a matriz de decisão é elaborada, conforme Tabela 6 abaixo.

Tabela 6 - Matriz de decisão relacionada as alternativas de *layouts* e os respectivos critérios

Alternativas	Critérios		
	C1	C2	C3
A1	66,458	1	27,486
A2	62,529	2	20,106
A3	60,11	2	28,2

Fonte: Autoria própria (2018)

Com a matriz de decisão preenchida, se fez necessário determinar a ponderação dos critérios com auxílio de um especialista, usando a escala de Saaty (1980) como referência apresentada no item 2.5. Conforme a Tabela 7, cada critério recebeu uma nota de 1 a 9 determinado por um especialista da área de *layout*, o peso dos critérios foi determinado pela normalização dos valores.

Tabela 7 – Notas atribuídas aos critérios para normalização

Distância percorrida por paciente	C1	9	0,36
Nº de cruzamentos	C2	7	0,28
Distância percorrida pelo tubo de sangue colhido	C3	9	0,36
		25	

Fonte: Autoria própria (2018)

Posteriormente os cálculos realizados seguiram as etapas de aplicação do método TOPSIS baseado em referências bibliográficas como apresentado no item 2.5.

Para tanto se fez uso de uma planilha no *software* Excel, no qual se pode realizar os cálculos necessários para análise, como apresentada no Apêndice 6.

Logo, no Quadro 6, o resultado da matriz TOPSIS utilizada para realização da análise de multicritérios, é apresentada.

Quadro 6 – Determinação da proximidade relativa da alternativa i em relação a solução ideal C_i

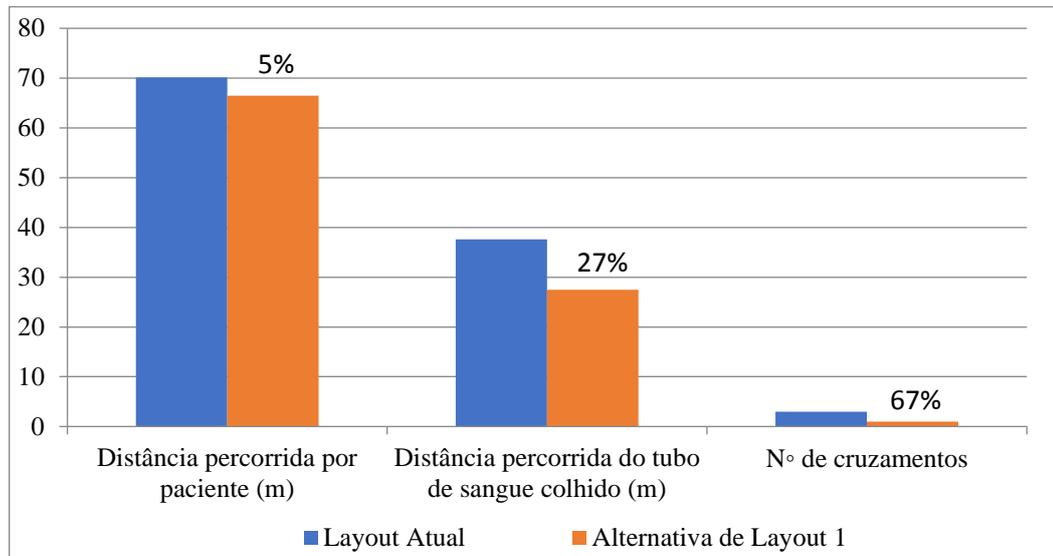
Alternativas	Critérios			
	D_i^+	D_i^-	C_i	TOPSIS RANKING
A1	0,064	0,094	0,595	1
A2	0,094	0,067	0,418	2
A3	0,114	0,021	0,155	3

Fonte: Autoria própria (2018)

Com isso, pode-se observar que a primeira alternativa de *layout* proposta (A1), foi a mais adequada para propor a implantação do *layout* reestruturado do setor Laboratório, pois de acordo com o coeficiente de aproximação do método como mostrado no Quadro 6 acima, tem-se que a seguinte ordem de seleção que compõem a melhor alternativa de *layout* é $A1 > A2 > A3$.

Considerando-se os critérios analisados, pode-se observar que houve uma redução significativa destes ao comparar os referentes critérios do *Layout* atual com os do *Layout* da Alternativa A1, classificada pelo TOPSIS *ranking* como a opção mais adequada, o que permitiu observar que os objetivos de otimização dos critérios adotados no presente estudo foram alcançados, como apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Comparação dos critérios de decisão entre o *Layout* atual e o *Layout* da alternativa 1



Fonte: Autoria própria (2018)

5. Conclusão

O trabalho realizado no setor Laboratório de um Ambulatório Médico de Especialidades em estudo permitiu analisar o processo de coleta de sangue para realização de exames laboratoriais solicitados em laudos, o fluxo de pessoas, informações e materiais, além do *layout* do setor avaliado.

A técnica utilizada para avaliar as opções de disposição física antes da sua implantação, traz grandes vantagens já que a simulação computacional simula ambientes, sem ser necessário contratar profissionais ou adquirir novos equipamentos.

Feito o *layout* atual do setor Laboratório e os dados coletados *in loco*, foi possível observar os dados relacionados com os espaços necessários dos postos de trabalho e com os espaços disponíveis no ambiente em estudo. Logo foi avaliado que o Ambulatório de Especialidades Médicas obtinha espaço para acomodar os centros de trabalhos existentes para realização das atividades do setor Laboratório.

Com o uso da ferramenta SLP, possibilitou analisar os espaços e a construção das três alternativas de *layout* avaliadas pela da simulação dinâmica computacional integrada ao método TOPSIS, proporcionando a seleção da melhor opção das disposições físicas no *layout* atual existente.

Ademais a simulação possibilitou também analisar os diversos *layouts* e mostrar como os processos e movimentações se comportam diante das alternativas de *layout* geradas.

As limitações encontradas no trabalho foram o uso do *software* Flexsim, por apresentar restrições como o acesso remoto do *software*, a não obtenção da versão FlexSim *Healthcare* e alterações nas versões disponíveis para o presente estudo, além das restrições do próprio ambulatório, principalmente por não poder liberar algumas informações para a pesquisa justificando ser uma instituição governamental, impossibilitando trabalhar com uma maior precisão de dados.

Para trabalhos futuros, propõe-se realizar estudos para implantação do controle dos vários tipos de exames no setor através da tecnologia de informações, além de realizar estudos sobre *layout* dos outros setores de atendimento do Ambulatório Médico de Especialidades, além do presente estudado.

Referências

- ALVIM, E. S. G.; SANTOS, I. E.; SENA, L. G.; FREITAS, R. R.; GONÇALVES, W. Modelo de Apoio à Tomada de Decisão para Seleção de Fornecedores por meio do Analytic Hierarchy Process (AHP). In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Ponta Grossa - PR, 2015.
- AMARO, G. D.; LIMA JUNIOR, F. R. Aplicação do Método Fuzzy-TOPSIS no Apoio à Seleção de Fornecedores “Verdes”. In: XVII ENGEMA, São Paulo, 30 de novembro e 01 de dezembro de 2015.
- ARAUJO, L. C. G. Organização, Sistemas e Métodos e as Tecnologias de Gestão Organizacional: Arquitetura Organizacional, Benchmarking Empowerment, Gestão pela Qualidade Total e Reengenharia. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- ARESE, M. C. et al. Aplicação do Método TOPSIS na Avaliação dos Critérios Utilizados na Seleção de Docentes em uma Instituição de Ensino Superior. *Conhecimento & Diversidade*, Niterói, v. 9, n. 19, p. 47–58, out./dez. 2017.
- ASSEM, M.; OUDA, B. K.; WAHED, M. A. Improving Operating Theatre Design Using Facilities Layout Planning. In: Biomedical Engineering Conference (CIBEC), 2012 Cairo International. IEEE, 2012. p. 109-113.
- BALOGUN, J.; JACOBS, C.; JARZABKOWSKI, P.; MANTERE, S.; VAARA, E. Placing Strategy Discourse in Context: Sociomateriality, Sensemaking, and Power. *Journal of Management Studies*, v. 51, n. 2, p. 175–201, 2014.
- BANKS, J., CARSON, J. S., NELSON, B. L., NICOL, D. M. *Discrete-Event System Simulation*. Fourth Edition. U.S.A: Prentice Hall, 2004.
- BARRETT, A. Optimization of Facility Design and Workflow Processes at the Phlebotomy Clinic of Toronto General Hospital. 2008. Tese de Doutorado. University of Toronto.
- BATEMAN, R. E., BOWDEN, R. O., GOGG, T. J., HARRELL, G. R., MOTT, J. R. A., MONTEVECHI, J. A. B. *Simulação de Sistemas: aprimorando processos de logística, serviços e manufatura*. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Campus/Elsevier, 2013.
- BENETIZ, G. B.; FOGLIATTO, F. S. Estudo de Layout e Avaliação de Desempenho na Área Hospitalar. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CABRAL, A. C. D.; COSTA, A. N. R.; GAMARRA, C. J. Micro, Pequenas e Médias Empresas a Caminho da Manufatura Avançada: Uma Proposta De Roteiro. In: XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Joinville-SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.
- CAMAROTTO, J. A. Projeto de Instalações Industriais. 2008. Apostila/livro. Universidade Federal de São Carlos.
- CARDOSO, J. R. L.; EMERIQUE, C. C. T.; FREITAS, F. F. T. Planejamento Sistemático de Layout: Aplicação Em Uma Empresa Do Ramo Automobilístico. In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte - BH, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011
- COSTA, A. J. Otimização do Layout de Produção de um Processo de Pintura de ônibus. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

COSTA, L. S.; DUARTE JÚNIOR, A. M. Uma Metodologia para a Pré-seleção de Ações Utilizando o Método Multicritério TOPSIS. In: XLV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, Anais; Natal - RN, 2013.

COSTA, W. F.; TITO, A. L. A.; BRUMATTI, P. N. M.; ALEXANDRE, M. C. O. Uso De Instrumentos De Coleta De Dados Em Pesquisa Qualitativa: Um Estudo Em Produções Científicas De Turismo. Revista Turismo - Visão e Ação, v. 20, n. 4, p. 1-28, 2017.

FLEXSIM. FlexSim Brasil e FlexSim Software Products (USA). Disponível em: <<https://www.flexsim.com/pt/company/>>.

GARCIA, D. L.; ERTRINGER, T. C.; FERREIRA, A. S. Análise Do Mapeamento De Processos De Uma Empresa Prestadora De Serviços Do Setor Petrolífero: Um Estudo De Caso. In: XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Joinville-SC, Brasil, 10 a 13 de outubro de 2017.

GERONIMO, B. M.; ANTONELLI, G. C. Modelagem e simulação dinâmica do Banco de Sangue Maringá: um estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso da Engenharia de Produção – Universidade Estadual de Maringá, 2016.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. de. Tomada de decisão gerencial: o enfoque multicritério, 5. ed. Rio de Janeiro: Ed. Atlas, 2014.

HANNE, T.; MELO, T.; NICKEL, S. Bringing robustness to patient flow management through optimized patient transports in hospitals. Interfaces, v. 39, n. 3, p. 241-255, 2009.

HANS, E. W.; VAN HOUDENHOVEN, M.; HULSHOF, P. J. H. A framework for healthcare planning and control. In: Handbook of healthcare system scheduling. Springer US, 2012. p. 303-320

HEIN, N.; DEGENHART, L.; VOGT, M.; KROENKE, A.; CAMPESTRINI, Ivan Marcos. Método TOPSIS na avaliação das empresas listadas no IBRX-100: uma avaliação multicritério dos impactos ambientais. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO; Ponta Grossa-PR, 2015.

INFANTE, R. P.; OLIVEIRA, M. C.; ASSUMPCÃO, M. R. P. Uso de métodos multicritérios de tomada de decisão para seleção dos objetivos estratégicos e indicadores de performance considerados no Balanced Scorecard. Revista de Ciência & Tecnologia; v. 20, n. 39, p. 45-58, 2017.

JOSEPH, A.; RASHID, M. The architecture of safety: hospital design. Current opinion in critical care, v. 13, n. 6, p. 714-719, 2007.

KELLY, A. M.; MULLAN, P. B.; GRUPPEN, L. D. The evolution of professionalism in medicine and radiology. Academic radiology, v. 23, n. 5, p. 531-536, 2016.

KOSCHMIDER, A.; REIJERS, H. A. Improving the Process of Process Modelling by the Use of Domain Process Patterns. Enterprise Information Systems, v. 9, n. 1, p. 29–57, 2015.

KROHLING, R. A.; SOUZA, T. T. M. Dois exemplos da aplicação da técnica TOPSIS para Tomada de Decisão. Revista de Sistemas de Informação da FSMA, Visconde de Araújo, n. 8, p. 31-35, 2011.

KULKARNI, M. H.; BHATWADEKAR, S. G.; THAKUR, H. M. A literature review of facility planning and plant layouts. International Journal of Engineering Sciences & Research Technology, v.4, n. 3, p. 35-42, 2015.

LANGABEER II, J. R.; HELTON, J. Health Care Operations Management. Jones & Bartlett Publishers, 2015.

LIMA JÚNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. Uma comparação entre os métodos TOPSIS e Fuzzy -TOPSIS no apoio à tomada de decisão multicritério para seleção de fornecedores. *Gestão e Produção*, São Carlos, v. 22, n. 1, p. 17-34, 2015.

LONGARAY, A. A.; MUNHOS, P. R. S.; TONDOLO, V. A. G.; QUADRO, R. C. Análise multicritério de decisão e sua aplicação na gestão da saúde: uma proposta de revisão sistemática da literatura. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 609-618, 2016.

LORENZ, W. E.; BICHER, M.; WURZER, G. X. Adjacency in hospital planning. *IFAC-PapersOnLine*, v. 48, n. 1, p. 862-867, 2015.

MACCARI, E. A.; MARTINS, S. B.; MARTINS C. B. Priorização Multicritério De Projetos Em Um Programa De Mestrado Profissional. *Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação* Vol. 12, No. 2, pp. 393-414, 2015.

MARTINS, V. W. B.; FREITAS, F. F. T. Planejamento Sistemático De Layout (Psl): Análise Do Layout De Uma Empresa Produtora De Pneus Recapados. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, Florianópolis, SC, Brasil, v. 6, n. 11, p. 311-327, 2014.

MERODE, G. G.; GROOTHUIS, S.; VOS, L. Evaluating hospital design from an operations management perspective. *Health Care Manage*, v. 10, p.357–364, 2007.

MUTHER, R. *Systematic Layout Planning*. 2.ed. Boston: Cahnerns Books, 1973.

NASCIMENTO, L. M.; LINS, I. B.; DROUGUETT, E. L.; MOURA, M. J. C. O Uso Da Simulação Como Ferramenta De Apoio À Decisão Em Um Restaurante Universitário. In: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa -PB, Brasil, 03 a 06 de outubro de 2016.

RANGEL, M.; MONT’ALVÃO, C. Avaliação Do Desempenho do Layout e da Sinalização de uma Unidade Hospitalar. *Revista Ação Ergonômica*, v. 6, n. 1, 2011.

ROSA, G. P.; CRACO, T.; REIS, Z. C.; NODARI, C. H. A reorganização do layout como estratégia de otimização da produção. *GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Bauru, Ano 9, nº 2, abr-jun/2014, p. 139-154.

SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill International; 1980.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; LAITANO, J. C. A. Planejamento Sistemático De Layout: Adaptação E Aplicação Em Operações De Serviços. *Revista Gestão Industrial*, v. 08, n. 01: p. 01-21, 2012.

SHAYAN, E.; CHITILAPPILLY, A. Genetic algorithm for facilities layout problems based on slicing tree structure. *International Journal of Production Research*, v. 42, n. 19, p. 4055-4067, 2004.

SINGH, A. P.; YILMA, M. Production floor layout using systematic layout planning in Can ma-nufacturing company. In: *IEEE International Conference on Control, Decision and Information Technologies. CoDIT*, Hammamet, Tunisia: p. 822 – 828, 2013.

SIQUEIRA, M. A. da S. *Monografias e teses: das normas técnicas ao projeto de pesquisa*. Brasília: Consulex, 2005.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério. *Revista Produção*, v. 18, n. 3, p. 609-624, 2008.

VOS L.; GROOTHUIS S.; VAN MERODE G. G.. Evaluating hospital design from an operations management perspective. *Health Care Manage Sci*; 10:357–364, 2007.

WOLLMANN D. et al. Avaliação de operadoras de saúde por usuários pelo método Analytic Hierarchy Process. *Revista Saúde Pública*; 46(5):777-83, 2012.

Apêndices

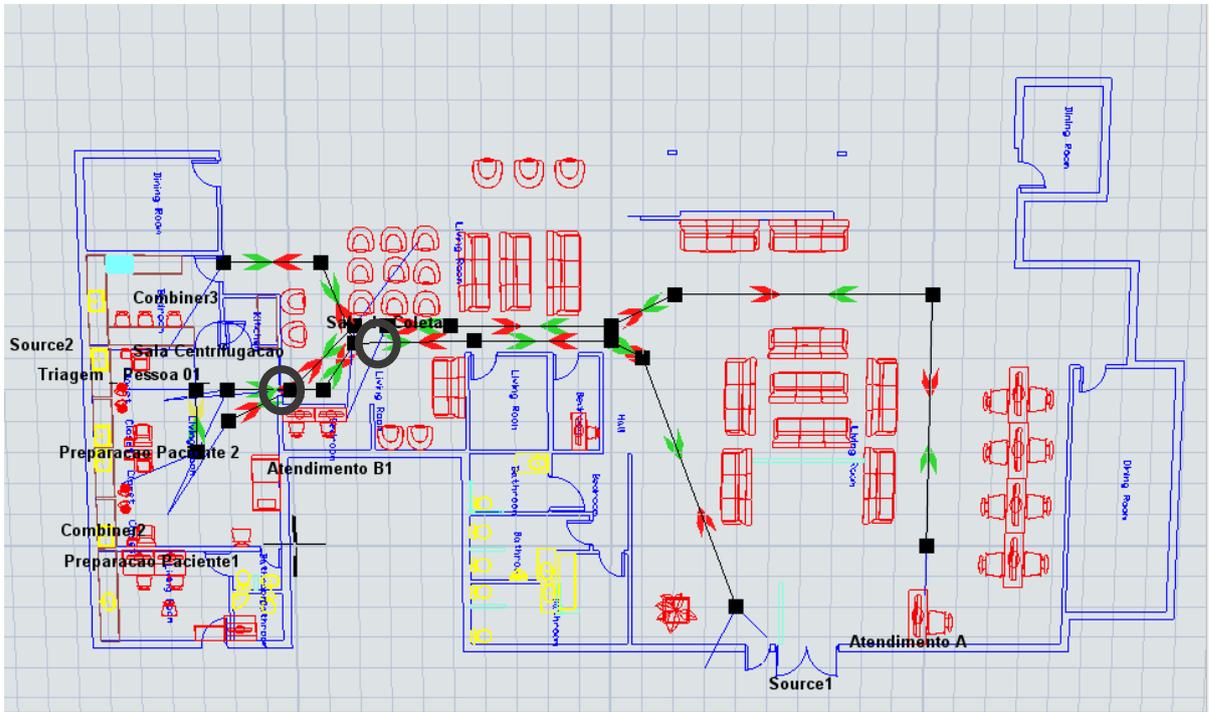
Apêndice 1

<p>Sala de espera geral</p> 	<p>Sala de espera do Laboratório</p> 
<p>Sala de espera do Laboratório</p> 	<p>Postos de coleta de sangue</p> 
<p>Posto de coleta de sangue</p> 	<p>Sala de triagem</p> 
<p>Sala de análise dos laudos médicos e exames</p> 	<p>Sala de análise dos laudos médicos e exames</p> 

Fonte: Autoria própria (2018)

Apêndice 4

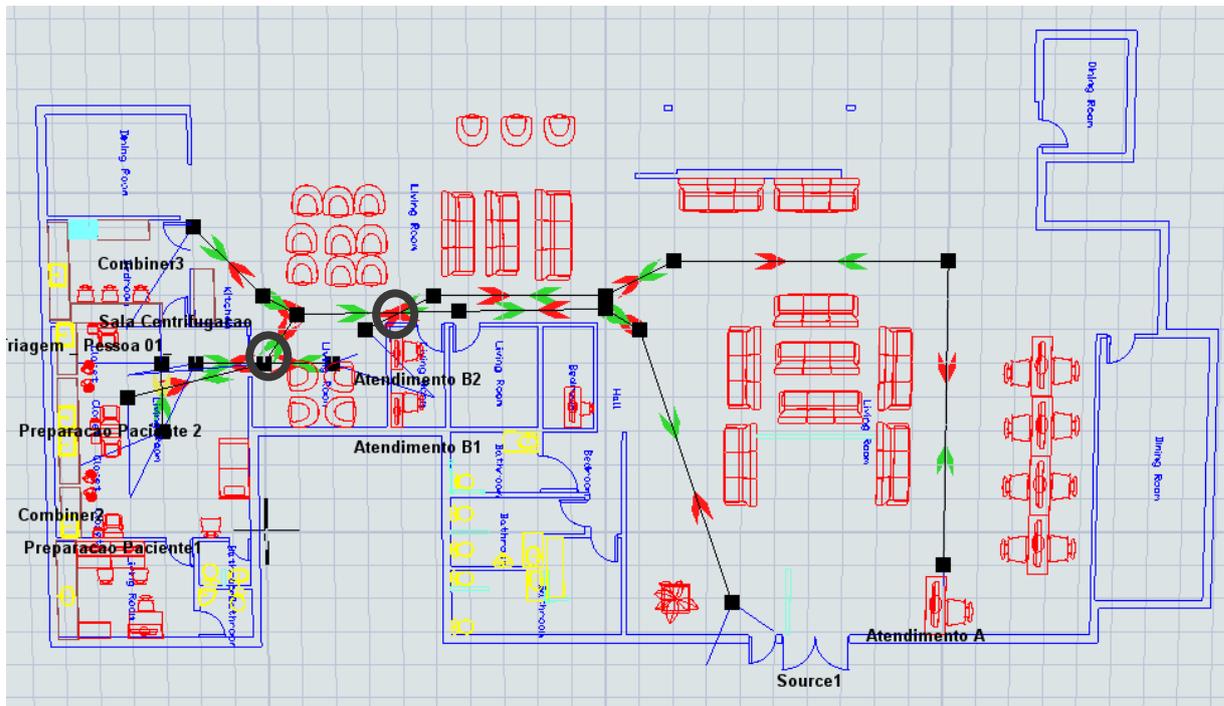
Simulação dinâmica realizada no FlexSim da Alternativa 2 de *layout* do Laboratório



Fonte: Autoria própria (2018)

Apêndice 5

Simulação dinâmica realizada no FlexSim da Alternativa 3 de *layout* do Laboratório



Fonte: Autoria própria (2018)

Apêndice 6

Cálculos das etapas do método de multicritério TOPSIS

Escala de Saaty	
Nível de Preferência	Índice
Igualmente preferível	1
Igualmente a moderadamente preferível	2
Moderadamente preferível	3
Moderadamente a fortemente preferível	4
Fortemente preferível	5
Fortemente a muito fortemente preferível	6
Muito fortemente preferível	7
Muito fortemente a extremamente preferível	8
Extremamente preferível	9

Atribuição de nota a nível de importância				
Todos de minimização				
Distância percorrida por paciente	C1	-	9	0,36
Nº de cruzamentos	C2	-	7	0,28
Distância percorrida dos tubo de sangue colhido	C3	-	9	0,36
			25	

Matriz de decisão

Alternativas	Critérios		
	C1	C2	C3
	-	-	-
	0,36	0,28	0,36
A1	66,458	1	27,486
A2	62,529	2	20,106
A3	60,11	2	28,2

Matriz de decisão - valores elevados ao quadrado

Alternativas	Critérios		
	C1	C2	C3
	-	-	-
	0,1	0,4	0,3
A1	4416,665764	1	755,4802
A2	3909,875841	4	404,2512
A3	3613,2121	4	795,24
Soma	11939,75371	9	1954,971
Raiz (soma)	109,27	3,00	44,22

1. Matriz Normalizada

Alternativas	Critérios		
	C1	C2	C3
	-	-	-
	0,36	0,28	0,36
A1	0,61	0,33	0,62
A2	0,57	0,67	0,45
A3	0,55	0,67	0,64

2. Matriz Normalizada Ponderada

Alternativas	Critérios		
	C1	C2	C3
	-	-	-
	0,36	0,28	0,36
A1	0,219	0,093	0,224
A2	0,206	0,187	0,164
A3	0,198	0,187	0,230

3. Determinação da solução ideal A* e solução anti-ideal A-

Solução	-	-	-	-
A* (ideal)	0,198	0,093	0,164	Mínimo
A- (anti-ideal)	0,219	0,187	0,230	Máximo

4. Deternação da distância de cada alternativa em relação as soluções ideal A* e anti-ideal A-

Alternativas	Critérios		
	C1	C2	C3
A1	0,000437	0,000000	0,003611
A2	0,000064	0,008711	0,000000
A3	0,000000	0,008711	0,004343

	$S+=\text{Soma}(V_{ij}-v^*_j)^2$	$D_i+=\text{raiz } S+$
$(v_{ij}-V^*_j)^2$	0,004048	0,064
ideal	0,008775	0,094
	0,013054	0,114

Alternativas	Critérios		
	C1	C2	C3
A1	0,000000	0,008711	0,000034
A2	0,000168	0,000000	0,004343
A3	0,000437	0,000000	0,000000

	$S-=\text{Soma}(V_{ij}-v^*_j)^2$	$D_i-=\text{raiz } S-$
$(v_{ij}-V^*_j)^2$	0,008745	0,094
anti-ideal	0,004511	0,067
	0,000437	0,021

5. Determinação da proximidade relativa da alternativa i em relação a solução ideal Ci

Alternativas	Critérios			
	D_i+	D_i-	C_i	TOPSIS RANKING
A1	0,064	0,094	0,595	1
A2	0,094	0,067	0,418	2
A3	0,114	0,021	0,155	3

Fonte: Autoria própria (2018)