



**Janaina Figueira Marchesi**

**Planejamento da programação de salas de cirurgia:  
aplicação ao caso de hospital público**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Silvio Hamacher  
Co-orientador: Prof. Fabrício Broseghini Barcelos

Rio de Janeiro  
Julho de 2015



**Janaina Figueira Marchesi**

**Planejamento da programação de salas de cirurgia:  
aplicação ao caso de hospital público**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Silvio Hamacher**

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

**Prof. Fabrício Broseghini Barcelos**

Co-Orientador

IFES

**Prof. Luiz Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo**

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. Thaís Spiegel**

UERJ

**Prof. José Eugênio Leal**

Coordenador (a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 31 de Julho de 2015.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da autora, do orientador e da universidade.

## **Janaina Figueira Marchesi**

Graduou-se em Engenharia de Produção pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES em 2014. Durante a graduação participou do Grupo de Pesquisa FAG - Ferramentas e métodos de Apoio à Gestão, tendo oportunidade de desenvolver dois trabalhos de iniciação científica que utilizaram conceitos de Controle Estatístico do Processo e Séries Temporais.

### Ficha Catalográfica

Marchesi, Janaina Figueira

Planejamento da programação de salas de cirurgia: aplicação ao caso de hospital público / Janaina Figueira Marchesi; orientador: Silvio Hamacher; co-orientador: Fabrício Broseghini Barcelos. – 2015.

142 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2015.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Gestão de serviços de saúde. 3. Planejamento e programação de cirurgias. 4. Modelagem de processos. 5. Simulação de Monte Carlo. I. Hamacher, Silvio; Barcelos, Fabrício Broseghini. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

A Deus e aos meus pais, Paulo<sup>†</sup> e Jandira e ao meu irmão João Paulo.

## Agradecimentos

A Deus por me dar forças, iluminar meus caminhos e por me permitir atingir esse objetivo.

À minha família pela minha formação, educação, apoio, carinho e dedicação, e por estarem sempre ao meu lado me ajudando.

Ao orientador Silvio Hamacher, pela ótima orientação, ensinamentos e pelas oportunidades concedidas durante o desenvolvimento da dissertação.

Ao orientador Fabrício Barcelos pela motivação, incentivo e impulso dados para o desenvolvimento da dissertação.

Aos muitos colegas e professores da PUC-Rio por fornecer-me meios que me possibilitaram precioso aprimoramento acadêmico.

Ao CNPq, à FAPERJ e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos e pelo ótimo ambiente de estudo sem os quais este trabalho não teria sido possível.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho.

## Resumo

Marchesi, Janaina Figueira; Hamacher, Silvio (Orientador); Barcelos, Fabrício Broseghini (Co-Orientador). **Planejamento da programação de salas de cirurgia: aplicação ao caso de hospital público.** Rio de Janeiro, 2015. 142p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As despesas com saúde vêm crescendo constantemente nos últimos anos, tanto no Brasil como na maioria dos países desenvolvidos. Para fazer face a esta questão, agentes públicos e privados têm procurado melhorar a eficiência e eficácia dos sistemas de saúde, notadamente por meio do tema de planejamento e controle na área da saúde. Uma unidade de interesse particular em hospitais é o Centro Cirúrgico, pois frequentemente é a unidade de maior custo e também de maior receita do hospital, gerando grande impacto sobre o desempenho do mesmo. Todavia na maioria dos hospitais brasileiros as decisões em relação à gestão de leitos e gestão de salas de cirurgia são tomadas a partir de conhecimento tácito e observação empírica. Com isso, este estudo visa aplicar técnicas de análise, como modelagem de processos e simulação de Monte Carlo, a fim de proporcionar a tomada de decisão mais estruturada em relação ao planejamento e programação das cirurgias. Foi realizado um estudo de caso em um hospital público brasileiro, visando alcançar melhorias no processo de planejamento das cirurgias e diminuição no índice de suspensões. Como resultado foram feitas propostas de alteração no processo de planejamento de cirurgias do hospital e sugestão de padronizar o número de marcações de cirurgias com indicação de UTI para 5 ou 6 marcações diárias a fim de reduzir o índice de suspensão por falta de vaga nessa unidade.

## Palavras-chaves

Gestão de Serviços de Saúde; Planejamento e Programação de Cirurgias; Modelagem de Processos; Simulação de Monte Carlo.

## Abstract

Marchesi, Janaina Figueira; Hamacher, Silvio (Advisor); Barcelos, Fabrício Broseghini (Co-Advisor). **Planning of the programming of operating rooms: application to the case of public hospital.** Rio de Janeiro, 2015. 142p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The health expenditures have increased in recent years, both in Brazil and in most developed countries. To address this issue, public and private players have sought to improve the efficiency and effectiveness of health systems, notably through the planning and control in healthcare. A unit that is of particular interest in hospitals is the operating theater as is often the largest cost unit and also higher hospital revenue, generating great impact on the performance of the same. However, in most Brazilian hospitals, decisions regarding the management of beds and operating room management are taken from tacit knowledge and empirical observation. Thus, the study aims to apply appropriate analysis technique, such as process modeling and Monte Carlo Simulation to provide a better-structured decision-making in relation to the planning and programming of surgeries. A case study was conducted at a public hospital in order to achieve improvements in the planning process of surgery and decrease in suspensions index. As a result were proposed amendments to the hospital's surgery planning process and suggested to standardize the number of surgeries markings with ICU indication for 5 or 6 markings daily to reduce the suspension rate due to lack of vacancy in that unit.

## Keywords

Health Care Management; Planning and Programming of Surgery; Process Modeling; Monte Carlo Simulation.

# Sumário

1	Introdução	14
2	Referencial teórico	18
2.1	Panorama da prestação de serviços de saúde	18
2.2	Desafio da gestão de serviços de saúde	20
2.3	Gestão e organização da prestação de serviços de saúde	21
2.4	Planejamento e programação de salas de cirurgia	24
2.4.1	Incerteza	28
2.5	Planejamento e programação de salas de cirurgia por níveis hierárquicos	28
2.5.1	Nível estratégico	29
2.5.2	Nível tático	30
2.5.3	Nível operacional	32
2.6	Planejamento e programação de salas de cirurgia por campos descritivos	35
2.7	Pesquisa operacional aplicada ao planejamento e programação de salas de cirurgia	36
2.7.1	Programação inteira e inteira mista	37
2.7.2	Programação por metas	38
2.7.3	Heurísticas	39
2.7.4	Simulação	40
2.7.5	Simulação com otimização	41
3	Metodologia	48
3.1	Tipo de pesquisa	48
3.2	Etapas da pesquisa	49
3.3	Limitações da pesquisa	52
4	Descrição do hospital e seus processos	54
4.1	O hospital e as características do centro cirúrgico	54
4.2	Planejamento e programação das cirurgias no hospital	56
4.2.1	Marcação das cirurgias	57
4.2.2	Processos no dia da cirurgia	66
5	Diagnóstico e oportunidades de melhorias	73
5.1	Análise das necessidades do hospital	73
5.2	Diagnóstico da situação atual	74
5.3	Análise da modelagem dos processos	78
6	Simulação de Monte Carlo	85
6.1	Análise dos dados referentes à UTI	85
6.2	Preparação dos dados e experimentos para simulação	87
6.3	Análise dos resultados da simulação	90



7	Considerações finais	95
7.1	Sugestões para trabalhos futuros	96
8	Referências	98
	Apêndices	101
	Anexo	135

## Lista de Figuras

Figura 1 – Exemplo de aplicação do framework proposto	23
Figura 2 – Fluxo de paciente em um hospital integrado	26
Figura 3 – Etapas da pesquisa	50
Figura 4 – Processo de marcação das cirurgias	58
Figura 5 – Realizar triagem de pacientes	60
Figura 6 – Fazer risco cirúrgico	62
Figura 7 – Reservar sangue	63
Figura 8 – Realizar visita pré-anestésica	64
Figura 9 – Verificar ordem com cirurgião	65
Figura 10 – Processos para o dia da cirurgia	67
Figura 11 – Verificar ordem	68
Figura 12 – Solicitar busca de paciente	69
Figura 13 – Resolver pendências	70
Figura 14 – Estabelecer ordem para procedimento	71
Figura 15 – Definir sala	72
Figura 16 – Comparação do tempo médio de espera geral e com UTI	77
Figura 17 – Sinalização no processo ‘Reservar sangue’	80
Figura 18 – Verificar possibilidade de marcar outro procedimento devido à falta de sangue	80
Figura 19 – Acréscimo do risco como prioridade de marcação	81
Figura 20 – Sinalização no processo ‘Fazer risco cirúrgico’	81
Figura 21 – Verificar possibilidade de marcar outro procedimento devido à resposta negativa ao risco	81
Figura 22 – Indicação de UTI já na triagem dos pacientes	82
Figura 23 – Subprocesso ‘Estabelecer ordem para dia seguinte’	83
Figura 24 – Histograma e estatísticas da série de dados das marcações com indicação de UTI que não realizaram a cirurgia	88
Figura 25 – Histograma e estatísticas da série de dados das marcações com indicação de UTI que não utilizaram UTI	89
Figura 26 – Histograma e estatísticas da série de dados das altas da UTI	89
Figura 27 – Lógica dos experimentos usados para simulação	89
Figura 28 – Histogramas para 4 marcações	91
Figura 29 – Histogramas para 5 marcações	91
Figura 30 – Gráfico de suspensões x marcações	92
Figura 31 – Gráfico de vagas ociosas x marcações	92
Figura 32 – Gráfico de vagas ociosas e suspensões por marcação	93
Figura 33 – Solicitar OPME	101
Figura 34 – Elaborar mapa	102
Figura 35 – Preparar Kit	103
Figura 36 – Realizar check-list	104
Figura 37 – Verificar indicações de OPME	105
Figura 38 – Verificar indicações de sangue	106
Figura 39 – Verificar pendências de consentimento	107
Figura 40 – Verificar pendências de risco	108
Figura 41 – Resolver pendência de OPME	109

Figura 42 – Resolver pendência de sangue	109
Figura 43 – Resolver pendência de risco	110
Figura 44 – Resolver pendência do consentimento	111
Figura 45 – Buscar paciente	112
Figura 46 – Admitir paciente	113
Figura 47 – Verificar vagas de UTI	114
Figura 48 – Preparar sala	117
Figura 49 – Realizar procedimento	119
Figura 50 – Registrar procedimento	120
Figura 51 – Recuperar sala	121
Figura 52 – Marcação de cirurgia modificado	125
Figura 53 – Realizar triagem de pacientes modificado	126
Figura 54 – Reservar sangue modificado	126
Figura 55 – Realizar visita pré-anestésica modificado	127
Figura 56 – Estabelecer ordem para o dia seguinte modificado	127
Figura 57 – Verificar a possibilidade de marcar outro procedimento – subprocesso novo	128
Figura 58 – Atividades do dia da cirurgia modificado	132
Figura 59 – Histogramas para 3 marcações	132
Figura 60 – Histogramas para 6 marcações	132
Figura 61 – Histogramas para 7 marcações	132
Figura 62 – Histogramas para 8 marcações	132
Figura 63 – Histogramas para 9 marcações	133
Figura 64 – Histogramas para 10 marcações	133
Figura 65 – Histogramas para 11 marcações	133
Figura 66 – Histogramas para 12 marcações	133

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Tempo de espera médio e média de cirurgias por especialidade	74
Tabela 2 – Tempo de espera médio por tipo de chegada e por especialidade	75
Tabela 3 – Tempo médio de utilização do Centro Cirúrgico por especialidade e por dia da semana	76
Tabela 4 – Motivo de suspensão e proporção em relação ao total de cirurgias e suspensão	77
Tabela 5 – Proporção de uso de UTI por especialidade	85
Tabela 6 – Proporção de uso de UTI e média de uso por dia da semana	86
Tabela 7 – Marcações com indicação de UTI em relação à quantidade efetiva e altas	87
Tabela 8 – Exemplo do cálculo da porcentagem	88
Tabela 9 – Estatísticas dos experimentos da simulação para 4 e 5 marcações	90
Tabela 10 – Estatísticas dos experimentos da simulação	134

## Lista de Quadros

Quadro1 – Quadro síntese do planejamento e programação de salas de cirurgia	27
Quadro 2 – Quadro síntese de abordagem por níveis hierárquicos	34
Quadro 3 – Quadro síntese de abordagem por campos descritivos	36
Quadro 4 – Quadro síntese de pesquisa operacional aplicada ao planejamento e programação de salas de cirurgia	43
Quadro 5 – Análise das marcações	93

# 1

## Introdução

As despesas com saúde vem aumentando constantemente desde o início dos anos 1990, devido ao aumento da qualidade de vida da população, percebido pelo aumento da expectativa de vida e a diminuição da mortalidade por doenças tais como a AIDS. Porém, os países que mais gastam em saúde não são necessariamente os que alcançam os melhores resultados em termos de indicadores de saúde, o que sugere que há espaço para melhorar a relação custo-benefício das despesas. Por isso alcançar maior valor para os investimentos no setor de cuidados à saúde é um objetivo importante para todos os países (OECD, 2010).

A pressão causada pelo aumento da demanda requer não só incrementos na oferta, mas um acesso mais igualitário aos serviços de saúde para a população. Essa exigência social de maior cobertura e qualidade conduz à atuação do governo, criando e mantendo direta ou indiretamente os serviços de saúde (Zucchi *et al.*, 2000). Dessa forma, tanto os criadores de políticas de saúde quanto os gestores de sistemas de saúde têm um interesse crescente em encontrar formas de direcionar os sistemas de saúde para melhora de desempenho, onde este é medido em relação à qualidade, a eficiência e equidade, pois a melhora do desempenho tem o potencial de reduzir as tensões entre demandas crescentes e recursos limitados (EUROPEAN COMMISSION, 2009).

Com isso vê-se que tornar a prestação de serviços médicos mais eficientes e eficazes é importante, não sendo suficiente apenas aumentar o investimento no setor sem associar uma melhora de gestão, pois caso contrário o atendimento da crescente demanda e da exigência nos padrões de atendimento e expectativa dos pacientes fica comprometido.

O estudo da Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) 'Towards High-Performing Health Systems' publicado em 2004 identifica as práticas para melhorar o desempenho dos sistemas de saúde e a qualidade dos serviços prestados, dentre essas podem-se citar:

1. Reforma estrutural para os sistemas de saúde e organização dos sistemas de gestão;
2. Introdução de incentivos econômicos que melhorem a relação no custo-benefício;
3. Aumento da capacidade ou da produtividade cirúrgica dos hospitais, a fim de reduzir os tempos de espera.

Por essas questões apresentadas, o planejamento e controle na área da saúde tem recebido maior atenção ao longo dos últimos anos (Hans *et al.*, 2011). Segundo o mesmo autor, apesar das abordagens de Planejamento e Controle ter uma rica prática na manufatura, na área de saúde não tem a mesma tradição. Isso se deve, principalmente, pela falta de cooperação entre as partes envolvidas nas organizações de saúde, tais como médicos e administradores, que possuem objetivos, muitas vezes, conflitantes (Hans *et al.*, 2011).

Nesse contexto, uma unidade que é de interesse particular quando se trata de planejamento e controle na área da saúde é o Centro Cirúrgico. Isso se deve ao fato desta unidade ser, segundo Cardoen *et al.* (2010a), a unidade de maior custo e, também, de maior receita do hospital gerando um grande impacto sobre o desempenho do hospital como um todo. Denton *et al.* (2007) consideram as salas de cirurgia um recurso fundamental do hospital, pois 60-70% de todas as internações hospitalares são causadas por intervenções cirúrgicas e estima-se que respondam por mais de 40% das despesas totais de um hospital. Assim, a gestão e planejamento desse processo podem ser vistas como essenciais.

Como mencionado anteriormente uma das práticas citadas pelo estudo da OECD (2004) para melhorar o desempenho dos sistemas de saúde é o aumento da capacidade ou da produtividade cirúrgica dos hospitais. Esse é um ponto que deve ser abordado visando alcançar uma melhora do desempenho operacional do sistema, pois estudos recentes indicam que as medidas de desempenho dos setores cirúrgicos, como a utilização de salas, horas extras e cumprimento das cirurgias marcadas estão bem abaixo das metas alcançáveis na maioria dos hospitais (Denton *et al.*, 2007). Neste contexto, o desenvolvimento de procedimentos que atuam para conter os custos, melhorar o fluxo de pacientes, fornecer tratamento oportuno e utilização máxima dos recursos disponíveis, desempenha um papel crucial (Guerriero e Guido, 2011).

Portanto, com o aumento das demandas médicas decorrentes do envelhecimento da população e taxas crescentes de melhora nas condições de vida, os prestadores de cuidados à saúde veem necessidade de fazer mais com a mesma quantidade de recursos e ainda buscar melhoras nos padrões e atender as expectativas do paciente. Nos hospitais brasileiros grande parte das decisões em relação à gestão de leitos e gestão de salas de cirurgia ainda são tomadas a partir de conhecimento tácito e observação empírica, com isso o sistema enfrenta longas filas de espera e baixos níveis de serviços.

Foi identificada a necessidade/oportunidade de aplicar técnicas adequadas (já bastante utilizadas em outras áreas de negócio), como a modelagem de processos e simulação para descobrir possíveis falhas, oportunidades de melhorias no fluxo de atividade e análise do impacto se o mesmo for alterado. O objetivo é aprimorar a gestão hospitalar e o uso de recursos médicos melhorando, assim, a qualidade do sistema público de prestação de serviços médicos no Brasil.

O contexto apresentado configura oportunidades de estudo do tema no Brasil, e mais especificamente em relação a esta dissertação, que trata de uma pesquisa aplicada a um hospital público brasileiro, onde há o contato direto com os gestores do hospital. A pesquisa procura entender melhor o andamento dos processos do hospital e as dificuldades para o funcionamento das atividades de planejamento das cirurgias, visando sugerir melhorias no processo, no uso de recursos e na política de agendamento de cirurgias.

Nesse contexto, a pesquisa tem como objetivo auxiliar o planejamento de cirurgias no hospital estudado, entendendo as atividades durante o processo de marcação e programação das cirurgias e identificando oportunidades de melhorias. Com isso, os objetivos específicos da pesquisa são:

- Modelar o processo atual;
- Realizar diagnóstico da situação atual a partir de observações por meio de visitas, modelagem dos processos e análise estatísticas dos dados coletados;
- Propor alterações no processo modelado visando uma melhor política de planejamento e programação de cirurgias para o hospital a fim de que o índice de suspensões das cirurgias sofra reduções;



- Utilizar a Simulação de Monte Carlo fornecendo parâmetros para tomadas de decisão mais bem estruturadas em relação ao processo de marcação das cirurgias visando o melhor uso das vagas de UTI.

A presente dissertação está organizada em 7 capítulos, incluindo este introdutório. O Capítulo 2 contextualiza o leitor com relação ao panorama da prestação de serviços de saúde e os desafios na gestão dos serviços nessa área. Ainda apresenta as formas de gestão e organização de serviços de saúde e exemplos de aplicação de pesquisa operacional no planejamento e programação de salas de cirurgia. O Capítulo 3 tem como objetivo apresentar a metodologia utilizada na pesquisa, a classificação da mesma, assim como as etapas seguidas no estudo. No Capítulo 4 é apresentada a caracterização do hospital estudado, todas as informações relevantes do mesmo e também é descrito o processo de planejamento das cirurgias do hospital feita a partir das visitas e modelagem dos processos. O Capítulo 5 apresenta os pontos de melhoria identificados e análise dos dados que revelam pontos de atenção importante em relação ao processo de planejamento. O Capítulo 6 contém a explicação e resultados da Simulação de Monte Carlo assim como algumas recomendações feitas a partir dos resultados observados. E por fim, as considerações finais são feitas no Capítulo 7.

## 2 Referencial teórico

Nesse capítulo busca-se contextualizar o quadro geral em que se encontra a prestação de serviços de saúde, onde são levantadas causas do aumento de demanda e pressão por melhora na eficiência, assim como as dificuldades de gestão e formas de organização adotadas. Também procurou-se identificar as muitas variáveis envolvidas no Planejamento e Programação de Salas de Cirurgia, além dos níveis de decisão envolvidos. Além disso, busca-se identificar trabalhos que ilustrem como a Pesquisa Operacional vem sendo usada para modelagem e solução de problemas relacionados ao Planejamento e Programação de Salas de Cirurgia. Ressalta-se que o objetivo nessa parte não é ser exaustivo, mas sim, analisar os trabalhos que ajudem ilustrar o que vem sendo estudado no tema e as técnicas aplicadas.

### 2.1 Panorama da prestação de serviços de saúde

Um sistema de saúde inclui todos os recursos, atores e instituições relacionadas com o financiamento, regulação e prestação de serviços de saúde. A ação de prestação de serviços de saúde é definida como qualquer conjunto de atividades cujo principal objetivo é melhorar ou manter a saúde (WHO, 2000).

Em uma pesquisa realizada pela Comissão Europeia (EUROPEAN COMMISSION, 2009), foram levantados os principais fatores que influenciam os sistemas de saúde e causam, por exemplo, o aumento da demanda e gastos, a exigência por melhoria da qualidade e aumento da eficiência.

Entre esses fatores pode-se citar: envelhecimento da população; fatores de estilo de vida; capacitação e responsabilidade do paciente; promoção da prevenção, engajamento público e auto-responsabilidade; expectativa dos cidadãos que esperam cada vez mais receber serviços de saúde com qualidade a um preço acessível.

O consumo de saúde é composto, basicamente, por três estruturas diferentes: medicamentos, honorários de médicos e auxiliares dos serviços médicos e gastos em hospitalização e tratamento (Zucchi *et al.*, 2000).

Zucchi *et al.* (2000) ainda destacam as causas que vêm contribuindo para o aumento do consumo dessas estruturas: refinamento dos diagnósticos; difusão do progresso tecnológico; evolução demográfica da população mundial, envelhecimento da população e evolução da esperança de vida da população.

Rafaliya (2013) destaca que as despesas com prestação de serviços de saúde vêm aumentando ao longo dos últimos anos em função desses fatores de aumento de consumo, porém o aumento das despesas não vem resultando, necessariamente, em cuidados de maior qualidade.

O aumento das despesas, em si, não é sempre um problema, especialmente se os benefícios excedem os custos extras, a questão é que as pressões sobre os gastos são crescentes (OECD, 2004) e a pressão da demanda requer não só incrementos permanentes na oferta, mas um acesso mais igualitário aos serviços para toda a população e mais qualidade (Zucchi *et al.*, 2000).

Os gastos relacionados à saúde são em média 8% do PIB para os países da OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*), e superior a 10% nos Estados Unidos, Suíça e Alemanha, comparado a gastos de 5% do PIB, em média, em 1970 (OECD, 2004). Mudanças na despesa com a saúde em relação ao PIB são o resultado tanto das flutuações da taxa de despesas com a saúde, bem como o crescimento da economia como um todo (OECD, 2013).

Nos países da OECD, a despesa com a saúde em relação ao PIB atingiu seu pico em 2009, mas mesmo com a crise e as condições econômicas globais deteriorando-se rapidamente, os gastos com saúde continuaram a crescer ou foram mantidas em muitos países. Já num contexto posterior houve fortes reduções nos gastos (públicos) sobre a saúde (OECD, 2013).

Com preocupação e pressões crescentes sobre os gastos de saúde, busca-se alcançar uma maior produtividade com menor custo, isto é, um aumento na entrega de serviços de saúde a custos baixos (Docteur e Oxley, 2003). É importante destacar que os países que mais gastam não são necessariamente os que entregam os melhores resultados de prestação de cuidados à saúde, o que sugere que há espaço para melhorar a relação custo eficiência da despesa (OECD, 2010).

## 2.2

### Desafios da gestão de serviços de saúde

As pressões são muitas para melhorar o desempenho dos sistemas de saúde. A título de comparação, assumindo que nenhuma melhoria de eficiência seja realizada, um aumento de 10% nos gastos de saúde aumentaria a expectativa de vida de apenas três a quatro meses, já ao melhorar a eficiência do sistema de saúde, a economia de gastos públicos chegaria perto de 2% do PIB, em média (OECD, 2010). Com isso, verifica-se que o aumento da eficiência pode ser a única forma de conciliar a crescente demanda de cuidados de saúde com as restrições de orçamento (OECD, 2004).

Esta crescente demanda por tratamentos e cuidados de saúde dando ênfase na necessidade de melhora na eficácia e eficiência desafia a gestão hospitalar a lidar com os objetivos aparentemente conflitantes de baixo custo, alta qualidade de atendimento e de alta qualidade do trabalho (Van Oostrum *et al.*, 2008).

O planejamento e controle em prestação de serviços de saúde tem recebido crescente atenção nos últimos anos devido ao aumento da demanda e das despesas na prestação desses serviços, como consequência as organizações de cuidado à saúde vem tentando organizar seus processos de maneira mais eficiente e eficaz (Hans *et al.*, 2011).

Os sistemas de saúde não são diferentes de outros sistemas sociais no modo como devem enfrentar o aumento da demanda e no incentivo para executar da melhor forma possível o serviço prestado (WHO, 2000). Porém, o planejamento e controle na área da saúde ainda está aquém do aplicado em outras áreas de negócio (Hulshof *et al.*, 2012).

Trisolini (2002) afirma que a gestão em saúde tem sido tradicionalmente vista como uma disciplina separada da gestão de negócios e que habilidades clínicas ainda são frequentemente consideradas importantes na seleção de administradores hospitalares e outros gestores de programas de saúde, devido às diferenças percebidas entre prestação de cuidados médicos e os métodos utilizados para a produção de outros tipos de produtos e serviços no mundo dos negócios e da indústria. Este afirma que poucos modelos de gestão têm sido aplicados, mas o aumento das pressões em todo o mundo para melhorar a eficiência e qualidade nos serviços de saúde significa que uma perspectiva mais ampla é necessária.

Hans *et al.* (2011) destacam alguns fatores que contribuem para que a gestão em saúde não esteja no mesmo nível de desenvolvimento da gestão de negócios tradicionais:

- Cada parte envolvida (médicos, administradores, etc.) tem seus próprios objetivos, muitas vezes, conflitantes, faltando cooperação;
- As organizações prestadoras de cuidados à saúde, geralmente são compostas por departamentos com gestão autônoma e o controle é fragmentado;
- Os gestores de saúde, na maioria das vezes, não têm o conhecimento e treinamento para fazer o melhor uso dos recursos disponíveis;
- Sistemas de informação em saúde muitas vezes não estão disponíveis e as informações clínicas e operacionais tendem a ser mal integradas.

Portanto, percebe-se lacunas entre o potencial dos sistemas de saúde e seu desempenho real. Gestores de saúde e formuladores de políticas, por vezes, têm hesitado em adotar técnicas de gestão de negócios, muitas vezes acreditando que eles sejam excessivamente centradas na eficiência à custa de valores mais humanísticos (Trisolini, 2002).

Uma das principais diferenças entre a gestão de cuidados de saúde e de gestão de negócios é lidar com a autoridade profissional do médico e os objetivos das diferentes áreas.

## 2.3

### **Gestão e organização da prestação de serviços de saúde**

Frente aos diversos fatores apresentados anteriormente, tais como: aumento da demanda e gastos com saúde, exigência de acesso mais igualitários aos serviços, maior qualidade no atendimento e os vários desafios na gestão dos mesmos, Butler *et al.* (1992) destacam que o ponto-chave para o processo de planejamento e tomada de decisão nesse setor deve ser a integração das diversas atividades envolvidas na prestação de serviços de saúde.

Tulchinsky e Varavikova (2000) defendem a integração entre diferentes tipos de serviços de cuidados de saúde e atores envolvidos para formar redes de serviços mais abrangentes e afirmam que a sobrevivência de uma unidade de saúde pode depender da integração com os conceitos de gestão.

Conceitos de gestão tradicionais não podem ser diretamente copiados com sucesso devido à natureza única do processo de serviços de saúde, por isso Hans *et al.* (2011) propuseram uma estrutura específica para o planejamento e controle de

cuidados de saúde que integra todas as áreas gerenciais envolvidas e todos os níveis hierárquicos de controle.

O *framework* proposto compreende quatro áreas gerenciais e quatro níveis hierárquicos. As áreas gerenciais propostas são:

- Planejamento Médico: compreende a tomada de decisão por parte dos clínicos;
- Planejamento de Capacidade de Recursos: aborda o dimensionamento, planejamento, programação, monitoramento e controle dos recursos necessários;
- Planejamento de Materiais: aborda a aquisição, armazenamento, distribuição e recuperação de todos os recursos/materiais de consumo;
- Planejamento Financeiro: compreende o gerenciamento dos custos e receitas para alcance dos objetivos.

Hans *et al.* (2011) utilizaram a decomposição hierárquica "clássica", muitas vezes usada no planejamento e controle da produção, dividida em níveis estratégico, tático e operacional. Eles ainda dividiram o nível operacional em off-line (tomadas de decisão antecipada) e on-line (tomada de decisão reativa).

Hulshof *et al.* (2012), que também propuseram um framework para gestão na área de saúde dividido em níveis hierárquicos de decisão, descrevem esses níveis da seguinte forma:

- Estratégico: tomada de decisão estrutural (longo prazo), que envolve dimensionamento e desenvolvimento dos serviços de saúde;
- Tático: detalhamento do planejamento estratégico (médio prazo) para guiar o planejamento operacional;
- Operacional: envolve a execução e entrega dos serviços de saúde (relacionados com o curto prazo)
  - Off-line: planejamento antecipado dos casos eletivos;
  - Online: mecanismo de controle que lida como o processo de monitoramento e reação aos eventos não esperados que ocorrem devido à natureza incerta dos serviços de saúde.

Além disso, Hans *et al.* (2011) destacam que a forma como as organizações de saúde estão organizadas é muito influenciada pelo seu ambiente externo e esses fatores devem ser levados em consideração na gestão. Os fatores levantados por

eles foram: fatores sociais, tecnologia, fatores econômicos, fatores ambientais, fatores políticos, legislação, fatores éticos e demografia.

O *framework* proposto por Hans *et al.* (2011) pode ser analisado na Figura 1.

	Planejamento Médico	Planejamento da Capacidade de Recursos	Planejamento de Materiais	Planejamento Financeiro	
<b>Estratégico</b>	Pesquisa, desenvolvimento de protocolos médicos	Case Mix Planning, dimensionamento de capacidade e mão de obra	Desenho da cadeia de suprimentos, do armazém e estoque	Planos de investimento, contratos com empresas de plano de saúde	↑ decomposição hierárquica ↓
<b>Tático</b>	Seleção de tratamento, seleção de protocolo	Block planning, pessoal, planejamento de admissão	Seleção de fornecedores, concurso	Orçamento e alocação de custo	
<b>Operacional Offline</b>	Diagnóstico e plano de tratamento individual	Agendamento de consulta, programação de escala de trabalho	Compra de materiais, determinar tamanho de pedido	Faturamento, análise de fluxo de caixa	
<b>Operacional Online</b>	Triagem, diagnóstico de emergências e complicações	Monitoramento, coordenação de emergência	Compra de emergência, reabastecimento de inventário	Complicações de faturamento, trocas	
	← áreas gerenciais →				

Figura 1 – Exemplo de aplicação do *framework* proposto. Fonte: Adaptado de Hans *et al.* (2011)

Como mencionado anteriormente Hulshof *et al.* (2012) também propuseram um *framework* para gestão na área de saúde, porém a estrutura proposta por eles visa mais especificamente às decisões típicas para planejamento e controle da capacidade de recursos na área da saúde, que exige coordenação a longo e médio prazo e tomada de decisões de curto prazo em várias áreas de gestão, conjuntamente.

Hulshof *et al.* (2012) também utilizam quatro níveis hierárquicos no eixo vertical como na Figura 1. Porém, o eixo horizontal posiciona diferentes serviços prestados na área de cuidados à saúde em vez das áreas gerenciais. Os serviços abordados seguem descritos abaixo:

- Atendimento ambulatorial: serviços de consultas médicas (sem pernoite);
- Atendimento de emergência: avaliação e tratamento inicial de problemas médicos urgentes e emergentes;
- Atendimento cirúrgico: atendimento aos vários tipos de cirurgia;
- Cuidados durante a internação: cuidado de pacientes hospitalizados;
- Assistência domiciliar: serviços comunitários de saúde e de enfermagem que prestam diversos serviços direcionados a um paciente em sua casa;
- Serviços de cuidados: fornecem supervisão e assistência em atividades da vida diária, quando necessário.

Sabe-se que o tratamento de um paciente, muitas vezes, é composto por vários estágios consecutivos e, por isso precisam passar por mais de um desses serviços apresentados. Assim, o modelo proposto por Hulshof *et al.* (2012) ajuda na integração dos serviços, uma vez que a realização de um serviço é impactado por decisões em outros serviços. Com isso, além da integração dos níveis hierárquicos existe a necessidade de forte inter-relação entre departamentos da organização.

## 2.4

### Planejamento e programação de salas de cirurgia

O Planejamento e a Programação de Salas de Cirurgia são procedimentos dependentes, mas que possuem objetivos diferentes no processo de tomada de decisão envolvendo o Centro Cirúrgico. O Planejamento pode ser descrito como o processo de conciliação da oferta e a demanda, ou seja, trata das decisões de capacidade, já a Programação é descrita como a sequência e o tempo de alocação das atividades para uma cirurgia (Cardoen *et al.*, 2010a). A programação pode ser descrita mais especificamente como a programação de uma série de trabalhos em máquinas que estão sujeitas a um conjunto de restrições, de modo que uma função objetivo deve ser otimizada (Cardoen *et al.*, 2010b).

Nos hospitais, os centros cirúrgicos (*Operating Theatre* – OT) são constituídos das salas de cirurgias (*Operating Rooms* - OR) e das salas de recuperação (Guerriero e Guido, 2011). Um procedimento cirúrgico pode ser definido como uma ou mais ações operacionais com a finalidade terapêutica ou de diagnóstico, feita (s) por um ou mais cirurgiões na sala de cirurgia, com anestesia, geral, regional ou local (Proença, 2010).

O fluxo do paciente que vai se submeter a uma cirurgia dentro de um hospital envolve várias etapas que podem variar de acordo com o hospital e as características do paciente. O fluxo de um paciente típico inclui três estágios, conforme apresentado por Pham e Klinkert (2008):

- Pré-Operatório: verificação de toda documentação necessária para realização da cirurgia, preparação do paciente para o procedimento e encaminhamento para a sala de cirurgia;
- Intra-Operatório: essa etapa ocorre dentro da sala de cirurgia e consiste no processo de anestesia do paciente, seguido da intervenção cirúrgica;
- Pós-Operatório: estágio que ocorre após o término da cirurgia. Quando os pacientes são críticos eles podem ser direcionados diretamente para Unidade



de Tratamento Intensivo (UTI). Caso contrário, são encaminhados para unidade de cuidados pós-anestésicos e daí voltam para o leito ou são conduzidos para a segunda etapa de recuperação e, então, liberados.

Já a abordagem feita por Shamayleh (2010) não descreve os estágios para o fluxo do paciente e sim os estágios de um procedimento cirúrgico, que são dois:

- Operatório: que consiste na preparação da sala de cirurgia, na intervenção cirúrgica (que abrange desde a preparação do paciente até a cirurgia) e na higienização da sala;
- Pós-Anestésico: semelhante ao estágio pós-operatório descrito acima.

Esses estágios de fluxo de paciente e procedimento cirúrgico, são estágios de um paciente típico, como mencionado anteriormente, mas a variação pode ser relativamente grande dependendo das características do paciente que vai ser submetido ao procedimento. Os pacientes podem ser agrupados em casos eletivos e não eletivos, sendo que os eletivos podem ser divididos em *inpatient* e *outpatient* e os não eletivos em urgências e emergências (Cardoen *et al.*, 2010a).

Casos de emergência devem ser realizados no prazo de duas horas, enquanto os urgentes dentro de poucas horas, já os casos eletivos, que são os mais frequentes, podem ser planejados com antecedência e geralmente realizados para atender exigências do paciente e do cirurgião (Abdelrasol *et al.*, 2013).

Pacientes classificados como *inpatient* refere-se aos casos em que o mesmo se encontra hospitalizado e/ou após a cirurgia precisa ir para um leito de enfermaria ou UTI, já o caso *outpatient* refere-se ao paciente que tipicamente entra e deixa o hospital no mesmo dia do procedimento cirúrgico (Shamayleh, 2010 e Cardoen *et al.*, 2010a).

Van Oostrum *et al.*, (2008) classificam os grupos de pacientes em categorias A, B e C: categoria A são os casos eletivos que ocorrem de maneira mais frequente, categoria B são os casos eletivos mais raros e categoria C são as emergências. Outra forma de classificação é apresentada por Shamayleh (2010), que classifica *inpatient* e *outpatient* como tipo de paciente e cirurgias eletivas e emergenciais como padrão de demanda.

Pham e Klinkert (2008) afirmam que os serviços cirúrgicos são oferecidos tanto por hospitais quanto por centros cirúrgicos ambulatoriais e que os pacientes classificados como *inpatient* são tratados nos hospitais enquanto os classificados como *outpatient* nos centros cirúrgicos ambulatoriais, mas afirmam também que

existem vários hospitais integrados, ou seja, que atendem ambos os tipos de pacientes. Na Figura 2 pode-se compreender melhor o fluxo de um paciente típico em um hospital integrado.

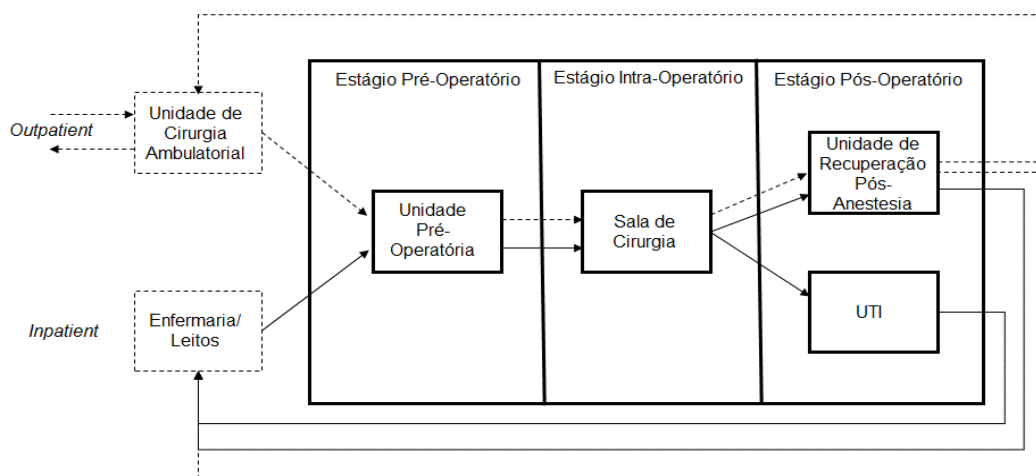


Figura 2 – Fluxo de paciente em um hospital integrado. Fonte: Adaptado de Pham e Klinkert (2008)

Cada estágio apresentado anteriormente, seja considerando a abordagem do fluxo do paciente ou do procedimento cirúrgico, requer recursos específicos para seu cumprimento. Dessa forma, em cada um dos estágios devem-se especificar os recursos humanos e materiais, que estão envolvidos na intervenção do paciente, a fim de sincronizar os mesmos (Guinet e Chaabane, 2003).

Um caso cirúrgico pode ser considerado como uma sequência de passos de processamento a ser realizada utilizando um determinado conjunto de recursos hospitalares sendo que cada etapa de processamento necessita um conjunto específico de recursos para a sua execução (Pham e Klinkert, 2008). Esses recursos compreendem desde pessoal (cirurgiões, anestesistas, enfermeiros, etc.), equipamentos especializados, até instalações (capacidade pré-cirúrgica, salas de cirurgia, unidades de recuperação pós-anestésica, etc) (Guerriero e Guido, 2011).

Além dos recursos diretamente relacionados ao Centro Cirúrgico, Blake e Carter (1997) citam a necessidade de adicionar a programação de recursos externos, que eles definem como a identificação e reserva de todos os recursos necessários para garantir atendimento adequado a um paciente antes e depois de um procedimento cirúrgico. O dimensionamento dos recursos dos departamentos externos ao centro cirúrgico (por exemplo, UTIs, leitos de enfermaria) podem ser feitos com base em dados e/ou previsões históricas (Van Oostrum, 2009).

No Quadro 1 pode ser visto o resumo dos conceitos apresentados sobre o planejamento e programação de salas de cirurgia.

Quadro1 – Quadro síntese do planejamento e programação de salas de cirurgia. Fonte: Elaboração própria.

Características do paciente	Cardoen <i>et al.</i> (2009)	Eletivos	<i>inpatient</i>
			<i>outpatient</i>
		Não eletivos	urgência
			emergência
	Van Oostrum <i>et al.</i> (2008)	Categoria A	eletivos mais frequentes
		Categoria B	eletivos mais raros
		Categoria C	emergências
	Shamayleh (2010)	Tipo de paciente	<i>inpatient</i>
			<i>outpatient</i>
		Padrão de Demanda	eletivas emergenciais
Estágios na cirurgia	Pham e Klinkert (2008)	Fluxo do paciente	Pré-Operatório
			Intra-Operatório
			Pós-Operatório
	Shamayleh (2010)	Procedimento Cirúrgico	Operatório Pós-Anestésico
Local da cirurgia	Pham e Klinkert (2008)	Hospitais	<i>Inpatient</i>
		Centros cirúrgicos ambulatoriais	<i>Outpatient</i>
		Hospitais integrados	<i>inpatient</i> <i>outpatient</i>

### 2.4.1 Incerteza

Além de todos os aspectos influenciadores, abordagens de classificação e descrição dos problemas abordados e políticas e estratégia de programação existe outro aspecto fortemente presente em problemas envolvendo Planejamento e Programação de Salas de Cirurgia e que influencia diretamente todos os aspectos abordados até então, a incerteza.

A principal característica dos processos de planejamento e programação de cirurgia é a coordenação de várias atividades em um ambiente incerto (Guerriero e Guido, 2011). Os dois tipos de incerteza mais abordados são a incerteza na chegada de pacientes de emergência e a incerteza na duração do procedimento (Cardoen *et al.*, 2010a).

Porém, outros tipos de incerteza no decorrer do processo não são raros como, por exemplo, duração do processo de recuperação, disponibilidade de pessoal médico, disponibilidade de recursos, atraso dos cirurgiões, entre outros (Guerriero e Guido, 2011).

Este cenário é crítico para os objetivos da programação, considerando que seu escopo principal é realizar a alocação e sequenciamento dos pacientes para melhor aproveitamento da capacidade do centro cirúrgico e para isso deve estabelecer durações das cirurgias para construir os horários do mapa cirúrgico e prever a chegada de paciente de emergência e as outras incertezas associadas.

Assim, apesar da maioria dos problemas tratados ainda considerarem os tempos determinísticos, segundo Guerriero e Guido (2011), alguns autores têm proposto abordagens estatísticas e afirmam a utilidade de se considerar o tempo de processamento probabilístico e definir modelos de programação estocásticos.

Esses trabalhos relacionam-se, por exemplo, à problemas da distribuição da capacidade de recursos de emergência e a definição de restrições de confiança, ou seja, tratam da probabilidade de exceder a capacidade regular e a probabilidade de suspensão de cirurgias.

## 2.5 Planejamento e programação de salas de cirurgia por níveis hierárquicos

A maioria dos trabalhos envolvendo Planejamento e Programação de Salas de Cirurgia utilizam a diferenciação entre níveis estratégico, tático e operacional

para situar os problemas abordados, como se pode ver nos trabalhos de Van Oostrum (2009), Proença (2010), Guerriero e Guido (2011), entre outros.

Como visto na seção 2.3, Hans *et al.* (2011) e Hulshof *et al.* (2012) descrevem os níveis hierárquicos da tomada de decisão para os serviços de saúde em geral e no decorrer do trabalho especificam quais atividades são realizadas em cada nível, sendo que Hulshof *et al.* (2012) especificam apenas as atividades relacionadas ao planejamento e controle de recursos hospitalares para cada área.

Porém em se tratando de Planejamento e Programação de Salas de Cirurgia esses níveis podem ser definidos de forma mais específicas e possuem atividades particulares.

### **2.5.1 Nível estratégico**

O nível estratégico aborda o dimensionamento dos recursos e capacidades das salas cirúrgicas, determinação dos tipos de cirurgia e dos volumes de cada tipo de paciente e a distribuição do tempo das salas entre diferentes especialidades, equipes médicas e/ou cirurgiões e as questões abordadas neste nível são denominadas "Case Mix Planning Problem" (Van Oostrum, 2009, Proença, 2010, Guerriero e Guido, 2011 e Abdelrasol *et al.*, 2013).

O problema abordado nesse nível pode ser considerado, principalmente, como um problema de alocação de recursos (Blake e Carter, 1997). VanBerkel e Blake (2007) destacam que o dimensionamento dos recursos externos (UTIs, leitos de enfermaria, etc) também deve ser feito neste nível. O planejamento estratégico é baseado em dados históricos e/ou previsões e, normalmente, o horizonte de planejamento é um ou mais anos (Guerriero e Guido, 2011).

Guerriero e Guido (2011) ainda destacam que, geralmente, o orçamento de um Centro Cirúrgico é fixo influenciando na quantidade de tempo que deve ser disponibilizado para os casos cirúrgicos na solução do *Case Mix Planning Problem* e o orçamento é distribuído entre as diferentes especialidades com base no número de casos a serem executados.

Molina e Framinan (2009) ressaltam que devido à incerteza da demanda uma alocação de tempo otimizada deve balancear os custos de alocar tempo a mais ou a menos para determinada especialidade. No primeiro caso, os custos são traduzidos em tempo ocioso tanto das salas quanto das equipes, já no segundo caso, os custos são traduzidos em custos com hora extra.

Além dos fatores citados anteriormente, que devem ser considerados quando se pretende distribuir o tempo disponível das salas entre as especialidades, Santibáñez *et al.* (2007) destacam outros fatores que podem ser considerados nesse nível de planejamento, que são: o tempo de espera, que pode ser utilizado para definir a quantidade de tempo necessário por especialidade; equidade entre todas as especialidades; maximização da eficiência das salas de cirurgias, entre outros.

### 2.5.2

#### Nível tático

O nível tático compreende a definição do número e tipo de salas de cirurgia que estarão abertas em cada dia e o tempo que estas estarão abertas, definindo as especialidades e cirurgias que tem prioridade sobre o tempo e dia das salas, ou seja, nesse nível se determina quando e em que quantidade as equipes cirúrgicas terão disponibilizadas as salas para realizar os procedimentos (Van Oostrum, 2009 e Proença, 2010).

Essas atividades tratam na maioria dos casos do desenvolvimento de um Master Surgical Scheduling para Van Oostrum (2009) ou *Master Surgery Planning* para Proença (2010), já para Adan *et al.* (2011) de um Master Surgery Schedule, ou ainda para Abdelrasol *et al.* (2013) de um Master Surgery Scheduling Problem. Geralmente é construído em um período de planejamento de médio prazo (Abdelrasol *et al.* 2013).

Para Patterson (1996) e Fei *et al.* (2010) a decisão de dedicar o tempo das salas de cirurgias às diferentes especialidades pode ser tomada seguindo três diferentes procedimentos: *Block Scheduling*, *Modified Block Scheduling* e *Open Scheduling*.

No *Block Scheduling* um conjunto de blocos de tempo é atribuído aos cirurgias específicos ou às equipes médicas, geralmente por algumas semanas ou meses, essa distribuição diz respeito à construção de um calendário cíclico, que define o número e tipo de salas disponíveis, as horas que essas estarão abertas e as cirurgias disponíveis para cada bloco.

Já o procedimento denominado *Open Scheduling* permite a atribuição de casos cirúrgicos para uma sala disponível, na conveniência dos cirurgias, a agenda é preenchida com os casos cirúrgicos, seguindo a ordem de tempo de chegada.

Por fim, na estratégia *Modified Block Scheduling* a distribuição dos blocos de tempo das salas pode ser feita de duas maneiras para aumentar a sua flexibilidade: alguns blocos são reservados e outros são deixados em aberto.

Guerriero e Guido (2011) abordaram o *Open Scheduling* como um problema de nível operacional ou na seção de integração entre operacional e tático, isso pois esta estratégia dificilmente é usada independentemente, mas geralmente integrada à solução do *Surgery Scheduling Problem* ao contrário da estratégia *Block Scheduling* que pode ser aplicada separadamente para a construção de um MSS.

Um novo MSS deve ser criado sempre que a quantidade total de tempo disponível do Centro Cirúrgico mudar. Dessa forma, são necessárias várias revisões a fim de que a cada modificação otimize-se a utilização, evitando um aumento de horas extras e cancelamentos.

De uma perspectiva de planejamento, a definição de um MSS determina, em alto nível, as necessidades de recursos, tais como níveis de enfermagem, leitos de recuperação, equipamentos especializados, medicamentos e outros (Santibáñez *et al.*, 2007). Por isso, vários fatores devem ser considerados na criação de um MSS, mas Santibáñez *et al.* (2007) destacam como mais importantes:

- Compatibilidade entre salas de cirurgia e especialidades;
- Disponibilidade dos cirurgiões;
- Capacidade de cada bloco de tempo;
- Recursos Pós-Cirúrgicos.

Van Oostrum (2009) cita, para o nível tático, uma abordagem considerando um planejamento centralizado ou descentralizado. Em uma abordagem descentralizada, os cirurgiões decidem sobre a atribuição dos pacientes. Em uma abordagem centralizada, um planejador central decide sobre a eventual divisão do tempo das salas de cirurgias e atribuição dos pacientes.

Porém, Van Oostrum (2009) destaca que a abordagem MSS combina as vantagens das duas abordagens citadas, sendo as principais que oferece a autonomia da tomada de decisão médica para os cirurgiões (que podem atribuir os pacientes segundo conveniência nos blocos atribuídos a eles), enquanto, ao mesmo tempo produz uma alta utilização, robustez dos horários e menos problemas organizacionais no nível operacional.

### 2.5.3 Nível operacional

O nível operacional trata do agendamento de pacientes eletivos e envolve o planejamento detalhado de cada caso, envolvendo atribuição dos casos às salas de cirurgias, ordem de execução, reserva de equipamentos (Guerriero e Guido, 2011).

No nível operacional off-line é feita antecipadamente a programação de recursos e sequenciamento de atividades, tipicamente com um horizonte de planejamento de uma semana, enquanto no nível operacional on-line aborda-se o monitoramento e controle das atividades em cada sala de cirurgia durante o dia e, se necessário, as cirurgias são reprogramadas, ou até canceladas (Van Oostrum, 2009).

Os problemas de natureza operacional são chamados na maioria dos casos de *Surgery Scheduling Problem* (SSP), como por exemplo em Abdelrasol *et al.* (2013), mas em alguns casos como em Proença (2010) são denominados *Elective Case Scheduling* e ainda em Santibáñez *et al.* (2007) apenas de *Case Scheduling*.

Vários autores, como por exemplo Pham e Klinkert (2008), Molina e Framinan (2009), Cardoen *et al.* (2009) e Guerriero e Guido (2011), abrangem o SSP em duas etapas de resolução: a primeira (*Advanced* ou *Advance Scheduling*) refere-se à alocação dos pacientes em uma sala de cirurgia, enquanto na segunda (*Allocation Scheduling*) as cirurgias são sequenciadas dentro da sala para otimizar sua utilização, levando em conta as limitações dos recursos associados.

Ogulata e Erol (2003) descrevem três fases para a etapa de alocação:

- Planejamento da admissão de pacientes: pacientes são selecionados a partir da lista de espera, de acordo com a prioridade atribuída e a data de chegada;
- Atribuição do paciente: os pacientes selecionados são atribuídos a um cirurgião ou equipe médica;
- Atribuição à sala e ao dia: são atribuídos a cada paciente o dia e a sala.

Outras políticas podem ser adotadas a fim de alocar pacientes (e cirurgiões) a uma sala de cirurgia na etapa de *Advance Scheduling*, como apresentado em Molina e Framinan (2009):

- P-S-OR: o paciente é atribuído ao cirurgião e, então, o conjunto paciente-cirurgião é alocado a uma sala;
- P-OR-S: o paciente é alocado a uma sala e, em seguida, o cirurgião é atribuído ao conjunto paciente-sala de cirurgia;



- Política híbrida: alguns pacientes são alocados baseados na P-S-OR e outros com base na P-OR-S.

No que tange a etapa de *Allocation Scheduling*, algumas estratégias de sequenciamento podem ser adotadas. Algumas das estratégias bastante usadas são relatadas por Breslawski e Hamilton (1991):

- *First come/First Served* (FC/FS);
- *Longest Time First* (LTF): as primeiras janelas de tempo das salas de cirurgia são alocadas para procedimentos mais longos e, consequentemente os procedimentos mais curtos são alocados nas janelas seguintes;
- *Shortest Time First* (STF): estratégia contrária à apresentada acima;
- *Top Down/Bottom Up*: o dia de atividade da sala é dividido em dois blocos, assim os procedimentos mais longos são sequenciados por meio da política FC/FS no início do dia (primeiro bloco) e os procedimentos curtos são sequenciados, também por meio da FC/FS no fim do dia (segundo bloco).

Além dos casos eletivos, que podem ser programados com antecedência, o nível operacional trata também dos casos de emergência. Pacientes de emergência aparecem aleatoriamente e devem ser tratados o quanto antes para evitar a perda de vidas humanas ou grandes danos ao paciente, portanto, não podem ser agendadas com antecedência (Molina e Framinan, 2009).

O processo de atendimento à pacientes de emergência pode ocorrer de duas maneiras: com sala de cirurgia dedicada e/ou reserva de capacidade em cada sala (Rafaliya, 2013). A primeira política baseia-se no uso de sala de cirurgia dedicada aos casos de emergência, onde uma cirurgia de paciente de emergência é executada imediatamente, já que a sala está disponível; na segunda política, uma cirurgia de paciente de emergência pode ser realizada na primeira sala de cirurgia que desocupar após o término de atendimento de um caso eletivo (Guerriero e Guido, 2011).

No Quadro 2 pode-se verificar o resumo dos conceitos e autores referentes aos níveis hierárquicos apresentados.

Quadro 2 – Quadro síntese de abordagem por níveis hierárquicos. Fonte: Elaboração própria.

Nível	Descrição	Atividade	Procedimento
Estratégico	Dimensionamento dos recursos e capacidades das salas, determinação dos tipos de cirurgia e volumes de cada tipo de paciente e a distribuição do tempo das salas	Van Oostrum (2009)	-
		Proença (2010)	
		Case Mix Planning Problem Guerriero e Guido (2011)	
		Abdelrasol <i>et al.</i> (2013)	
Tático	Definição do número e tipo de salas de cirurgia abertas em cada dia e o tempo que estarão abertas, definindo as especialidades e cirurgias que tem prioridade sobre o tempo e dia	Master Surgery Planning Proença (2010)	<i>Block Scheduling</i> <i>Modified Block Scheduling</i> <i>Open Scheduling</i> Patterson (1996) Fei <i>et al.</i> (2010)
		Master Surgery Schedule Adan <i>et al.</i> (2011)	
		Master Surgical Scheduling Van Oostrum (2009)	
		Master Surgery Scheduling Problem Abdelrasol <i>et al.</i> (2013)	
Operacional	Agendamento de pacientes eletivos, planejamento detalhado de cada caso, envolvendo atribuição dos casos às salas, ordem de execução e reserva de equipamentos	Surgery Scheduling Problem Abdelrasol <i>et al.</i> (2013)	Off line <i>Advance(d) Scheduling</i> <i>Allocation Scheduling</i> Pham e Klinkert (2008) Molina e Framinan (2009) Cardoen <i>et al.</i> (2009) Guerriero e Guido (2011)
		Elective Case Scheduling Proença (2010)	On line <i>Sala dedicada</i> <i>Reserva de capacidade por sala</i> Guerriero e Guido (2011) Rafaliya (2013)
		Case Scheduling Santibáñez <i>et al.</i> (2007)	

## 2.6

### Planejamento e programação de salas de cirurgia por campos descritivos

A grande maioria dos trabalhos envolvendo Planejamento e Programação de Salas de Cirurgia fazem a distinção e descrição do problema abordado sob a ótica dos três níveis hierárquicos apresentados anteriormente. Porém, na visão de Cardoen *et al.* (2010a), as fronteiras entre esses níveis podem variar consideravelmente e, portanto, são muitas vezes vistas como vagas e inter-relacionadas e ainda pode não possuir adequado nível de detalhes.

Dessa forma, eles propuseram uma maneira de classificar e dividir os problemas estudados nesse âmbito em seis campos descritivos em Cardoen *et al.* (2010a) e para facilitar a classificação dos problemas por meio desses campos formularam uma metodologia de classificação em Cardoen *et al.* (2010b). Os seis campos descritivos encontram-se listados abaixo:

- Características dos pacientes: eletivos e não eletivos;
- Medidas de desempenho: oito critérios de avaliação – tempo de espera, taxa de transferência, utilização das salas, nivelamentos dos recursos, *makespan*, adiamento ou recusa de paciente, medidas financeiras e preferências;
- Delineamento da decisão: se relaciona com o tipo de resposta dada pelo modelo (atribuição de um dia da semana, de uma sala de cirurgia ou de capacidade ou indicação de tempo) e a qual nível essa decisão se aplica;
  - Nível de especialidades: determina para cada especialidade que salas de cirurgias serão usadas em quais dias da semana;
  - Nível do cirurgião: para cada cirurgião, o modelo decide em que dia e em que sala as cirurgias devem ser realizadas;
  - Nível do paciente: decisões tomadas para pacientes individuais ou tipos de pacientes;
- Metodologia da pesquisa: tipo de análise realizada e técnicas de solução ou de avaliação aplicados;
- Incerteza: dois tipos de incerteza bem abordadas na literatura são na chegada de pacientes e na duração do procedimento;
- Aplicabilidade da pesquisa: fonte de dados.

Esses conceitos encontram-se resumidos no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 – Quadro síntese de abordagem por campos descritivos. Fonte: Elaboração própria.

Campos Descritivos		
Características dos pacientes	Classe	Eletivos Não eletivos
Delineamento da decisão	Objeto de decisão	especialidade cirurgião paciente ou tipo de paciente
	Tipo de decisão	data indicação de tempo sala de cirurgia capacidade
	Grau de Integração	isolada integrada com outros departamentos
Incerteza	Extensão	Determinístico estocástico
	Escopo	único critério multi critério
Medida de desempenho	Medidas de desempenho	tempo de espera taxa de transferência utilização das salas nívelamentos dos recursos <i>makespan</i> adiamento ou recusa de paciente medidas financeiras preferências
Metodologia da pesquisa	-	-
Aplicabilidade da pesquisa	-	-

## 2.7

### Pesquisa operacional aplicada ao planejamento e programação de salas de cirurgia

Como visto nas seções anteriores o processo de Planejamento e Programação de Salas de Cirurgia é um processo complexo, o qual envolve muitas variáveis e diferentes atores que podem possuir objetivos conflitantes que devem ser coordenados. Por essa razão, Van Oostrum (2009) destaca que esse processo pode facilmente sofrer com ineficiências e por isso a necessidade crescente por otimização dos recursos, principalmente pois, segundo Marques *et al.* (2012), as atividades do centro cirúrgico impactam em outros departamentos do hospital.

Assim, Delesie (1998) relata que a Pesquisa Operacional oferece várias maneiras de tratar os diferentes objetivos presentes no sistema de saúde e Fei *et al.* (2010) ainda afirmam que na literatura os estudos sobre o planejamento e programação de cirurgia podem variar entre as técnicas e os objetivos.

A seguir são abordados alguns trabalhos que utilizaram Pesquisa Operacional para resolução de problemas referentes ao planejamento e programação de salas para o melhor entendimento de como as diferentes técnicas vem sendo adotadas pelos autores.

### 2.7.1

#### Programação inteira e inteira mista

Jebali *et al.* (2006) formularam um problema de programação inteira mista que aborda tanto o *advanced scheduling* quanto o *allocation scheduling*. Na fase de sequenciamento foi realizada uma comparação entre duas estratégias. A função objetivo minimiza o custo em manter os pacientes no hospital à espera de serem operados, bem como os custos de subutilização das salas e de horas extra.

Já Molina e Framinan (2009) desenvolveram um modelo de programação inteira mista para resolver somente a fase de *advance scheduling* e testaram diferentes políticas de planejamento para essa fase. O cronograma de cirurgia deve maximizar a qualidade do serviço da unidade cirúrgica, enquanto a data da intervenção de cada paciente na lista de espera deve ser menor do que o prazo estabelecido, tendo em conta as limitações de recursos cirúrgicos.

Marques *et al.* (2012), assim como Jebali *et al.* (2006), desenvolveram um modelo considerando tanto a fase de *advance scheduling* quanto a fase de *allocation scheduling*, porém o modelo é de programação inteira, desenvolvido para agendar cirurgias eletivas a partir da lista de espera em um horizonte semanal. O objetivo é maximizar o uso do centro cirúrgico empregando de forma mais eficiente os recursos instalados no mesmo. Também foram abordados níveis de prioridade associados a cada cirurgia eletiva.

Ainda utilizando técnica de programação matemática, Kharraja *et al.* (2006) desenvolveram um estudo com objetivo um pouco diferente dos apresentados anteriormente. Eles compararam duas abordagens para a alocação de blocos de tempo para casos eletivos em uma sala de cirurgia. A primeira abordagem objetiva alocar os cirurgiões individualmente e esses então devem compartilhar os blocos de tempo, já na segunda abordagem, a alocação é feita para grupos de cirurgiões. Foi

associado um modelo de programação inteira a cada abordagem a fim de minimizar o risco de sub ou sobreutilização das salas.

Santibáñez *et al.* (2007) também tinham foco na distribuição dos blocos de tempo, porém desenvolveram um modelo de programação inteira mista para agendar blocos cirúrgicos para cada especialidade em um centro cirúrgico. O principal objetivo foi analisar o impacto que mudanças no processo cirúrgico, no nível de recurso e nas práticas de agendamento para fazer recomendações sobre o fluxo de pacientes, uso eficiente de recursos e gestão da lista de espera, para isso foram testadas várias funções objetivo.

Pham e Klinkert (2008) também fizeram uso da programação linear inteira mista, mas para propor uma nova abordagem de programação de cirurgias que utiliza uma extensão do problema *Job Shop* chamado *multi-mode blocking job shop* (MMBJS). Propuseram uma abordagem de solução integrada e discutiram o uso do modelo MMBJS para agendar casos eletivos e emergenciais com objetivo de minimizar o makespan e ao mesmo tempo forçar as cirurgias serem agendadas o mais cedo possível, minimizando, a soma de todos os tempos de início.

### 2.7.2

#### Programação por metas

Ozkarahan (2000) desenvolveu um modelo de programação por metas a fim de construir um modelo que satisfaça os objetivos conflitantes presentes no ambiente do centro cirúrgico além de minimizar a sub-utilização das salas e as horas extras na fase de agendamento dos casos eletivos.

Adan *et al.* (2011) também utilizaram a abordagem de programação por metas e desenvolveram um procedimento de planejamento de duas fases. Primeiro foi criada uma abordagem de otimização para determinar um plano tático com capacidade reservada tanto para pacientes eletivos quanto de emergência. Nessa fase o objetivo foi minimizar o desvio na utilização esperada dos recursos, ou seja, minimizar o sobreuso dos recursos em relação à sua capacidade máxima. Em seguida, desenvolveu-se um algoritmo para lidar com o fluxo real de pacientes eletivos e de emergência em uma base de agendamento semanal e diária.

Ogulata e Erol (2003) formularam um modelo hierárquico de programação matemática com conjunto de múltiplos critérios para gerar programações semanais de salas de cirurgia. As metas contempladas nesses modelos são a utilização máxima da capacidade da sala de operações, distribuição equilibrada das operações

entre os grupos cirúrgicos em termo dos dias e blocos de tempo das salas e minimização dos tempos de espera dos pacientes.

### 2.7.3 Heurísticas

Devido à natureza combinatória e estocástica dos problemas de Planejamento e Programação de Salas de Cirurgia, a solução é particularmente difícil, por isso procedimentos heurísticos vêm sendo adaptados.

Guinet e Chaabane (2003) desenvolveram uma abordagem em duas etapas para o problema de planejamento de salas de cirurgia considerando, também, as salas de recuperação. Em primeiro lugar, as intervenções são atribuídas às salas de cirurgia, em segundo lugar, as intervenções são diariamente agendadas para integrar mais características a fim de sincronizar recursos. Foi proposta uma heurística primal-dual que integra as restrições de data limite para cirurgia e limitações de capacidade. O objetivo é minimizar a sobrecarga das salas de operações, bem como o tempo de espera do paciente.

Fei *et al.* (2010) também trataram de um problema semanal de planejamento e programação de salas de cirurgia resolvido em duas fases. O problema de planejamento é descrito como um modelo de programação inteira resolvido por um procedimento heurístico baseado em geração de coluna, já o problema de programação diária é tratado como um problema de dois e resolvido por um algoritmo genético. Na primeira fase, deseja-se projetar um cronograma semanal de cirurgias, onde blocos de tempo são reservados para cirurgias em vez de especialidades, já na segunda fase, deseja-se sequenciar as cirurgias em cada sala. O objetivo foi maximizar a utilização das salas, minimizar o custo de sobre utilização e minimizar o tempo ocioso esperado entre as cirurgias.

Já Agnetis *et al.* (2014) propuseram uma abordagem de decomposição de duas fases abordando os casos de MSS e SSP (mais especificamente *Advance Scheduling*) separadamente, no qual o primeiro é resolvido como um problema de fluxo de custo mínimo e o SSP é resolvido como um problema de múltiplas mochilas. Atribuiu-se uma pontuação para cada caso cirúrgico que corresponde ao tempo gasto desde a data da decisão e à prioridade da cirurgia, o objetivo é maximizar a pontuação geral.

Também em se tratando do uso de heurística Hans *et al.* (2008) propuseram heurística construtiva e método de busca local que usam informação estatística para

elaborar o planejamento robusto de cirurgias, que diz respeito à alocação de cirurgias e a atribuição planejada de folgas para os dias de operação do centro cirúrgico. O objetivo é maximizar a utilização da capacidade das salas e minimizar o risco de horas extras, portanto, os cancelamentos.

Liu *et al.* (2010) propuseram uma heurística eficiente proveniente da ideia de programação dinâmica. Consideraram o planejamento de casos cirúrgicos onde deseja-se atribuir cada caso dentro dos *slots* de tempo, a fim de minimizar o custo total, que leva em consideração os custos de sub e sobre utilização.

Agnetis *et al.* (2012) utilizaram modelagem e algoritmos para avaliar os benefícios decorrentes de um MSS dinâmico. Investigaram o efeito de diferentes políticas na elaboração de um MSS sobre a qualidade dos planos cirúrgicos que podem ser alcançados, tendo como objetivo principal maximizar a utilização das salas de cirurgia.

Já Denton *et al.* (2007) utilizaram, para a programação diária de uma sala de cirurgia, várias regras heurísticas simples a fim de aproximar a solução ideal de um modelo de otimização estocástica de dois estágios. Concentraram a aplicação sobre os efeitos simultâneos do sequenciamento de cirurgias e programação dos horários de início, com o objetivo de minimizar a soma de tempo de espera, tempo ocioso da sala e tempo de sobre utilização da mesma.

#### **2.7.4 Simulação**

A simulação (devido à sua flexibilidade) representa a ferramenta mais fiável e eficiente para lidar com a complexidade e os aspectos estocásticos dos problemas em planejamento e programação de salas de cirurgia (Guerriero e Guido, 2011).

Harper (2002) desenvolveu um modelo de simulação com objetivo duplo: maximizar a utilização das salas de cirurgia (diariamente) e otimizar a utilização dos leitos (semanalmente). Foi realizada uma análise estatística incluindo a criação de grupos de pacientes com perfis de demanda e distribuições estatísticas.

VanBerkel e Blake (2007) descreveram um modelo de simulação de eventos discretos para auxiliar as decisões de planejamento de capacidade e para analisar a lista de espera cirúrgicas. Foi examinada as consequências da redistribuição de leitos entre os departamentos e o alcance de comprimentos padrão de estadia de pacientes, contrastando-as com as opções de recursos atuais e adicionais.



Já Steins *et al.* (2010) desenvolveram um estudo de simulação abrangendo desde o atendimento pré-operatório até as unidades de cuidados pós-operatórios. O objetivo principal foi verificar o gargalo no atendimento pós-operatório e encontrar soluções para melhorar essa restrição obtendo uma utilização mais uniforme do departamento cirúrgico. Foi utilizado um meta-modelo no modelo de simulação.

M'Hallah e Al-Roomi (2014) apresentam um modelo baseado em simulação para o problema estocástico off-line e on-line de agendamento de salas de cirurgia. Foi investigado como melhorar a sob e sobre utilização das salas mantendo a média atual de casos cirúrgicos atendidos. Consideraram dois métodos que reduzem o excesso de utilização, além de consideraram três estratégias de gerenciamento que monitoram e controlam o fluxo de casos cirúrgicos.

Outro tipo de Simulação empregada na análise de problemas de planejamento de cirurgias é a Simulação de Monte Carlo. Por exemplo, Paoletti e Marty (2007), usaram um modelo de simulação estocástica de Monte Carlo para calcular o risco de um anestesista ser exigido simultaneamente em duas salas de cirurgia de acordo com diferentes cenários de programação, taxa de pessoal e número de salas. O objetivo foi fornecer uma avaliação dos diferentes cenários e dar uma idéia da evolução do risco de falha de pessoal em função de certas alterações de parâmetros.

### **2.7.5**

#### **Simulação com otimização**

A simulação ainda pode ser usada em conjunto com a otimização. Butler *et al.* (1992) formularam um modelo de otimização como um programa linear inteiro misto para lidar com a disposição das instalações e atribuição de capacidade e, depois propuseram um modelo de simulação para capturar as complexidades das operações hospitalares, utilizado para avaliar as medidas de desempenho para os departamentos de serviços individuais.

Persson e Persson (2010) utilizaram simulação de eventos discretos combinada com otimização para modelar o sistema de chegada de pacientes, tempo de cirurgia e agendamento de cirurgias. Trabalharam com a incerteza na chegada de paciente e na duração das cirurgias. Analisaram, também, com a simulação como diferentes políticas de gestão podem afetar as métricas de desempenho. O objetivo foi maximizar a utilização das salas de operações.

Tánfani e Testi (2010) também desenvolveram um modelo que se baseia em um modelo de simulação de eventos discretos, esse foi projetado para interagir com

modelo de programação Minimax cujo objetivo é nivelar a lista de espera das unidades cirúrgicas. O estudo aborda tanto a fase de *advanced scheduling* quanto a de *allocation scheduling*.

Ma e Demeulemeester (2013) realizaram uma abordagem integrativa multinível para o problema de planejamento de salas de cirurgia, utilizando tanto programação matemática quanto análise de simulação. É composto de três fases: a fase de *case mix planning* solucionada por um modelo de programação linear inteira com objetivo de maximizar a eficiência dos recursos; o estabelecimento de um MSS por meio de um modelo de programação inteira mista a fim de nivelar a ocupação dos leitos; e a fase de avaliação de desempenho operacional utilizando um modelo de simulação de eventos discretos. As três fases são combinadas de forma iterativa para tomada de decisão.

No Quadro 4 a seguir pode-se verificar o resumo dos trabalhos apresentados nessa seção. O campo referente a abrangência tem como objetivo informar se as salas de cirurgia/centro cirúrgico foram estudados isoladamente ou em conjunto com outros recursos do hospital. No campo referente à modelo, as siglas PIM e PI significam Programação Inteira Mista e Programação Inteira, respectivamente. E no campo referente à natureza, as siglas Det e Est significam Determinística e Estocástica, respectivamente.

Quadro 4 – Quadro síntese de pesquisa operacional aplicada ao planejamento e programação de salas de cirurgia. Fonte: Elaboração própria.

Referência	Objetivo	Nível de Decisão	Característica do Paciente	Abrangência	Modelo	Natureza	Dados	Aplicação
Jebali <i>et al.</i> (2006)	Minimizar custo de espera, subutilização e hora extra	Advance Scheduling Allocation Scheduling	Eletivo - inpatient	Leitos de recuperação pós anestésicos	PIM	Det	aleatoriamente gerados	Não aplicada
Molina e Framinan (2009)	Maximizar a qualidade do serviço	Advance Scheduling	Eletivo	Isolada	PIM	Det	reais	-
Marques <i>et al.</i> (2012)	Maximizar o uso do centro cirúrgico	Advance Scheduling Allocation Scheduling	Eletivo - inpatient	Isolada	PI + heurística	Det	reais	Não aplicada
Kharraja <i>et al.</i> (2006)	Minimizar o risco de sub/sobre utilização	Master Surgical Schedule	Eletivo	Isolada	PI	Det	aleatoriamente gerados	Não aplicada
Santibáñez <i>et al.</i> (2007)	Analisar o impacto de mudanças no processo cirúrgico, no nível de recurso e na prática de agendamento - várias funções objetivo	Master Surgical Schedule	Eletivo	Recursos pós cirúrgicos	PIM	Det	reais	Aplicada
Pham e Klinkert (2008)	Minimizar o makespan e agendar as cirurgias o mais cedo possível, minimizando, a soma dos tempos de início	Case Scheduling	Eletivo e Emergência	Recursos pré e pós cirúrgicos	PIM	Det	reais	Não aplicada

Ozkarahan (2000)	Minimizar a sub utilização das salas e as horas extras	Allocation Schedulling	Eletivo	UTI	Programação por metas	Det	reais	Não aplicada
Adan <i>et al.</i> (2011)	Minimizar o sobre uso dos recursos em relação a sua capacidade máxima	Master Surgical Schedule Case Scheduling	Eletivo e Emergência	UTI e hora de enfermeiras	Programação por metas	Est	reais	Não aplicada
Ogulata e Erol (2003)	Maximizar a utilização das salas, distribuir as operações entre os grupos cirúrgicos e minimizar os tempos de espera	Advance Scheduling	Eletivo - inpatient	Isolada	Modelo Hierárquico - PI e Programação por metas	Det Est	reais aleatoriamente gerados	Não aplicada
Guinet e Chaabane (2003)	Minimizar a sobrecarga das salas de operações e o tempo de espera do paciente	Advance Scheduling Allocation Scheduling	Eletivo	Salas de recuperação	PI + heurística primal-dual	Det	teóricos + aleatoriamente gerados	Não aplicada
Fei <i>et al.</i> (2010)	Maximizar a utilização das salas, minimizar o custo de sobre utilização e o tempo ocioso entre cirurgias	Advance Scheduling Allocation Scheduling	Eletivo	Salas de recuperação	Programação matemática + heurística	Det	reais	Não aplicada

Agnetis <i>et al.</i> (2014)	Maximizar a pontuação geral - atribuído para cada caso uma pontuação para prioridade e o tempo gasto desde a data da decisão da cirurgia	Master Surgical Schedule Advance Scheduling	Eletivo	Isolada	Decomposição heurística	Det	reais	Não aplicada
Hans <i>et al.</i> (2008)	Maximizar a utilização da capacidade e minimizar o risco de horas extras	Advance Scheduling	Eletivo	Isolada	Heurística construtiva e busca local	Est	reais	Não aplicada
Liu <i>et al.</i> (2010)	Minimizar o custo total (custos de sub e sobre utilização)	Advance Scheduling	Eletivo	Isolada	Heurística baseada na programação dinâmica	Det	teóricos	Não aplicada
Agnetis <i>et al.</i> (2012)	Maximizar a utilização das salas de cirurgia	Master Surgical Schedule Advance Scheduling	Eletivo e Emergência	Isolada	Programação matemática + heurística	Det	reais	Não aplicada
Denton <i>et al.</i> (2007)	Minimizar a soma de tempo de espera, tempo ocioso da sala e tempo de sobre utilização da mesma	Allocation Scheduling	Eletivo	Isolada	Programação estocástica dois estágios + heurísticas	Est	reais	Não aplicada

Harper (2002)	Maximizar a utilização das salas de cirurgia e otimizar a utilização dos leitos	Advance Scheduling Allocation Scheduling	Eletivo e Emergência	Gestão de leitos e força de trabalho	Simulação	Est	reais	Aplicada
VanBerkel e Blake (2007)	Quantificar a espera para cirurgias eletivas, avaliar o desempenho do sistema de cirurgia geral e suas políticas operacionais e melhorar o fluxo de pacientes	Estratégico Operacional	Eletivo e Emergência	Gestão de leitos	Simulação de eventos discretos	Est	reais	Não aplicada
Steins <i>et al.</i> (2010)	Melhorar o processo global de cirurgia visando aumentar utilização das salas e diminuir a variação da carga de trabalho	Allocation Scheduling	Eletivo e Emergência	Recursos pré e pós cirúrgicos	Simulação de eventos discretos	Est	reais	Não aplicada
M'Hallah e Al-Roomi (2014)	Melhorar a sob e sobre utilização das salas mantendo a média atual de casos cirúrgicos atendidos	Advance Scheduling Allocation Scheduling	Eletivo	Leitos de recuperação pós anestésicos	Simulação de eventos discretos	Est	reais	Não aplicada

Paoletti e Marty (2007)	Calcular o risco de um anestesista ser exigido simultaneamente em duas salas de cirurgia em diferentes cenários de programação	Advance Scheduling Allocation Scheduling	Eletivo	Leitos de recuperação pós anestésicos	Simulação de Monte Carlo	Est	reais	Não aplicada
Butler <i>et al.</i> (1992)	Avaliar o desempenho hospitalar e medidas de eficácia referentes à disposição das instalações e atribuição de capacidade	Estratégico	Eletivo	UTI	PIM + Simulação	Est	reais	Não aplicada
Persson e Persson (2010)	Maximizar a utilização das salas de operações	Advance Scheduling Allocation Scheduling	Eletivo e Emergência	Isolada	Simulação de eventos discretos + otimização	Est	reais	Não aplicada
Tánfani e Testi (2010)	Nivelar a lista de espera das unidades cirúrgicas	Advance Scheduling Allocation Scheduling	Eletivo e Emergência	Isolada	Simulação de eventos discretos + programação minimax	Est	reais	Não aplicada
Ma e Demeulemeester (2013)	Maximizar a eficiência dos recursos, nivelar a ocupação dos leitos e avaliar o desempenho operacional	Case Mix Planning Master Surgical Schedule Case Scheduling	Eletivo	Gestão de leitos	PI + PIM + Simulação de eventos discretos	Est	aleatoriamente gerados	Não aplicada

### 3 Metodologia

Nesta seção expõe-se a classificação e as etapas da pesquisa, o procedimento de coleta e análise dos dados. Primeiramente é apresentada a classificação da pesquisa, destacando sua adequação ao estudo, em seguida descreve-se o passo-a-passo das atividades realizadas para condução da pesquisa, e, por fim são apresentadas as limitações do presente estudo.

#### 3.1 Tipo de pesquisa

Para a classificação da pesquisa utilizou-se a taxonomia proposta por Vergara (1997) que categoriza as pesquisas quanto aos fins e quanto aos meios. Como esta pesquisa visa estudar o planejamento das cirurgias em um hospital do sistema público de saúde brasileiro, trata-se de uma pesquisa aplicada quanto aos fins, já que possui finalidade prática de resolução de um problema concreto.

Ainda quanto aos fins, pode ser considerada uma investigação explicativa, já que visa à descrição e análise de todo o processo de marcação de cirurgia do hospital, buscando evidências que esclareçam os fatores que contribuem para falhas e oportunidades de melhoria do mesmo.

Já quanto aos meios, também segundo a classificação de Vergara (1997), pode ser descrita como:

- Bibliográfica: fundamentação teórica foi realizada por meio de uma investigação sistematizada com base em material publicado e acessível ao público em geral, como: livros, teses, dissertações e artigos;
- Pesquisa de campo: a investigação empírica ocorreu no local do fenômeno por meio de aplicação de entrevistas não estruturada e observação direta;
- Experimental: ocorre a manipulação e controle de variáveis independentes e observa-se as variações no sistema na fase da Simulação de Monte Carlo;
- Estudo de caso: por se tratar da observação de uma única organização.

De acordo com Yin (2001), o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo num contexto da vida real, sendo os limites entre o



fenômeno e o contexto não definidos claramente, além disso compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode incluir tanto estudo de caso único quanto múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa.

Mais detalhadamente o estudo de caso, segundo Yin (2001), pode ser usado com os seguintes objetivos:

- Explicar os vínculos causais em intervenções da vida real que são muito complexas para as estratégias experimentais ou estratégias de levantamento;
- Descrever uma intervenção e o contexto da vida real em que ocorreu;
- Ilustrar determinados tópicos dentro de uma avaliação, às vezes de modo descritivo ou até de uma perspectiva jornalística;
- Explorar situações nas quais a intervenção avaliada não apresenta um conjunto simples e claro de resultados.

Com a pesquisa prévia para a elaboração do referencial teórico, percebeu-se que o planejamento de cirurgias é um processo bastante complexo e que lida com muitos aspectos estocásticos. Além disso, durante o levantamento bibliográfico notou-se que o processo pode ter elementos em comum entre os hospitais, porém, devido à quantidade de variáveis envolvidas, cada hospital tem seu modo de planejamento e programação que varia de acordo com a classificação dos pacientes atendidos, as especialidades, o porte do hospital, os recursos disponíveis no mesmo, entre outros aspectos. Dessa forma, a escolha do método estudo de caso se mostra apropriado para estudo desse tipo de problema.

Todavia o uso desse método não impede que a partir do estudo sejam geradas contribuições para demais casos. Assim, o hospital estudado, mesmo possuindo características próprias em relação a outros hospitais, possibilita mostrar elementos que podem ser usados para melhor compreensão do fenômeno investigado. E isso contribui gerando *insights* para outros estudos, isto é, contribui no entendimento de problemas do mesmo processo em outros hospitais, ajudando a identificar pontos importantes que devem ser considerados no planejamento de cirurgias.

### **3.2 Etapas da pesquisa**

As etapas da pesquisa foram definidas a partir do framework apresentado por Bengtsson *et al.* (2009) para projetos de simulação e do *Soft Systems Methodology*, que pode ser vista em Checkland (2000), ou seja, o encadeamento das etapas da

pesquisa, apresentado na Figura 3, foi determinado tendo como base os modelos citados adaptando-os ao caso estudado e aos objetivos propostos da pesquisa.

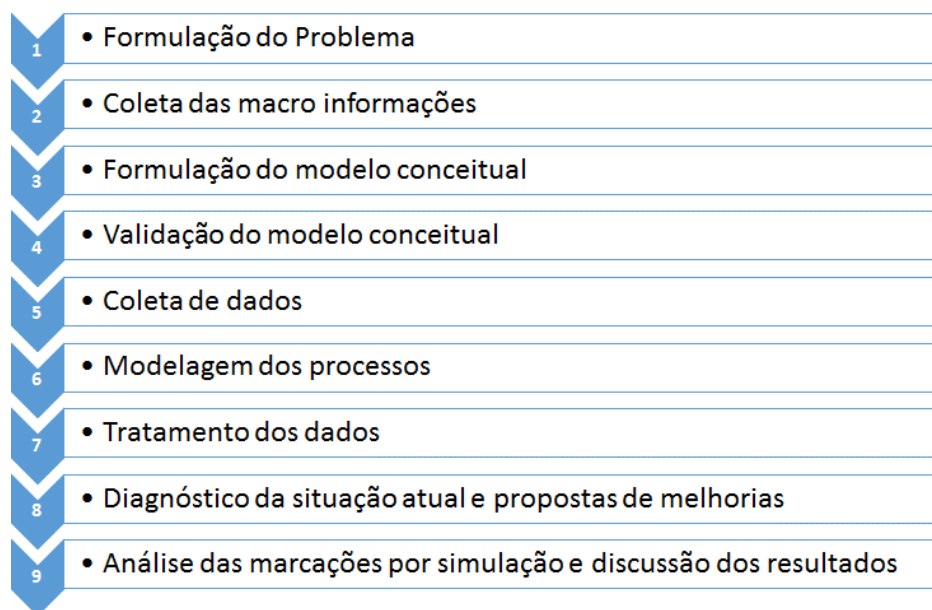


Figura 3 – Etapas da pesquisa. Fonte: Elaboração própria.

A formulação do problema consiste em levantamento da opinião da alta administração do hospital sobre os principais problemas enfrentados pelo mesmo, exposição da proposta de estudo aos responsáveis pela administração do hospital, e ainda na compreensão do problema por meio de pesquisa bibliográfica e elaboração do referencial teórico.

Para essa etapa foram realizadas duas visitas ao hospital. A primeira visita foi conduzida pela diretora técnica do hospital e o objetivo foi a exposição das principais situações ocorridas as quais se tinha interesse em mudança. Na segunda visita estavam presentes os representantes de cada área administrativa do hospital, além da diretora técnica e a gerente de enfermagem para uma reunião onde foram apresentados os objetivos e delineamento do estudo e foram levantadas as expectativas e principais pontos de interesse da administração do hospital.

Após a formulação do problema foi realizada a coleta das macro informações. Essas informações foram primeiramente obtidas em uma entrevista não estruturada com a Coordenadora de Enfermagem do Centro Cirúrgico. Durante a entrevista foi descrito todo o processo de planejamento da cirurgia, desde a visita do médico ao paciente para marcação até a liberação do paciente para o leito após o procedimento.

Depois disso, o processo foi acompanhado no hospital durante uma semana para melhor compreensão do que foi descrito na entrevista e melhor entendimento das particularidades do processo. A observação direta do processo é importante para

contrastar com as informações obtidas durante as entrevistas e validar as informações coletadas durante as mesmas.

Ainda, foi realizada uma entrevista com a Gerente de Enfermagem e a Coordenadora de UTI para entender a relação de dependência do Centro Cirúrgico com as vagas de UTI e identificar se algum outro fator externo pode interferir no planejamento das atividades do Centro Cirúrgico.

Os entrevistados foram indicados pela direção do hospital durante as reuniões para levantamento do problema por serem apontados como os colaboradores que mais entendem do processo de planejamento e programação de cirurgias do hospital, do funcionamento do Centro Cirúrgico e dos fatores externos que influencia esse processo.

A formulação do modelo conceitual, de acordo com Freitas Filho (2008), sugere delinear uma representação do sistema, através de fluxogramas, determinando elementos, e interações lógicas que constituem o sistema. Para formulação desse modelo foram utilizadas as informações coletadas na etapa anterior na elaboração de um fluxograma prévio do processo para identificação dos agentes envolvidos durante a execução das atividades. Esse fluxograma prévio foi então validado com a coordenadora de enfermagem para confirmar se os envolvidos no processo e os responsáveis por cada etapa haviam sido identificados corretamente, o que foi chamado de validação do modelo conceitual.

Na etapa de coleta de dados foram coletados dados de todas as internações, cirurgias e transferência internas de paciente do ano de 2014. Também foram coletados os dados dos mapas cirúrgicos com as marcações e as informações de cada paciente marcado de abril de 2014 a dezembro de 2014 e os dados referentes às causas de suspensão das cirurgias de julho de 2014 a dezembro de 2014. Os dados foram obtidos do banco de dados do hospital e os períodos foram os disponibilizados por eles.

Após a compreensão prévia do processo com o modelo conceitual, o fluxograma do processo de planejamento das cirurgias foi modelado na notação BPMN 2.0 (*Business Process Model and Notation*). Essa notação foi escolhida pelo fato de estar entre as notações aplicadas com maior captação de informações para mapeamento de processo e ainda possuir diagramas de fluxo detalhados, com informações suficientes para que se possa analisar e simular o processo (Ramos, 2014).

Essa etapa teve como finalidade a modelagem do processo de planejamento das cirurgias para melhor entendimento do funcionamento das atividades e do fluxo de decisão nesse processo. A etapa de modelagem é importante para fornecer a compreensão do processo, fundamental na etapa de análise de melhorias e na adequação de soluções para o mesmo. No Anexo I encontra-se a descrição dos elementos da notação BPMN, como eles são usados e as demais características dessa notação.

Na etapa de tratamento dos dados, os dados coletados anteriormente foram ordenados e classificados de forma a fornecer respostas ao processo investigado e buscar evidências para as observações feitas na fase de modelagem do processo. Assim, os dados foram organizados de forma a identificar o tempo de espera do paciente, as principais causas de suspensão das cirurgias, o tempo para remarcação da cirurgia, necessidade de vagas de UTI, entre outros aspectos.

A etapa de diagnóstico da situação atual compreende análise dos dados a partir do tratamento dos mesmos e as propostas de melhorias compreendem a descrição das oportunidades de melhoria do processo observadas por meio da modelagem em notação BPMN. As recomendações de mudança nos processos são feitas para incidir, principalmente, sobre as causas secundárias de suspensão de cirurgias identificadas na análise dos dados.

Já para a causa principal de suspensão de cirurgia é feita uma Simulação de Monte Carlo. Essa etapa consiste, então, na análise dos resultados da simulação comparada com a forma de marcação atual a fim de sugerir uma melhor política de marcação para as cirurgias do hospital.

Vale ressaltar que na identificação de melhorias de processos e Simulação de Monte Carlo só foram considerados os casos eletivos regulares. Conforme dados citados na seção 5.2, cirurgias oriundas de encaixe, emergência e ambatório são raras e pouco influenciam no planejamento do hospital.

### **3.3 Limitações da pesquisa**

Como se trata de um estudo de caso, deve-se destacar a impossibilidade de generalizações estatísticas dos resultados obtidos, porém, como já citado anteriormente, é possível fazer algumas generalizações de natureza analítica. Yin (2001, p.29) reforça isso: “O estudo de caso, como o experimento, não representa uma ‘amostragem’ e o objetivo do pesquisador é expandir e generalizar teorias (generalização analítica) e não enumerar frequências (generalização estatística)”.

Com relação a esta pesquisa, algumas limitações podem ser destacadas:

- O hospital foi escolhido por questão de facilidade de contato, porém se caracteriza como um hospital de referência sendo importante o estudo do seu processo para geração de *insights* para demais hospitais do sistema de saúde público brasileiro;
- Deve-se considerar que o relato dos processos pelos entrevistados nem sempre reflete exatamente a realidade, mas, muitas vezes, uma concepção do que o mesmo acredita que seja o mais correto que aconteça. Por isso a importância da observação direta das atividades e análise dos dados do hospital para melhor triangulação e confrontação das informações.

## 4

### Descrição do hospital e seus processos

Nessa seção objetiva-se descrever as características do hospital estudado: especialidades atendidas, tipo e capacidade de atendimento. Também, procurou-se apresentar as características, configuração e atores envolvidos diretamente com o Centro Cirúrgico. Busca-se delinear os processos relacionados ao planejamento e programação das cirurgias no hospital, assim como os atores e variáveis envolvidos no mesmo.

#### 4.1

##### O hospital e as características do centro cirúrgico

O objeto do estudo é um hospital público, localizado no estado do Espírito Santo, inaugurado em 2009 e gerido como Organização Social de Saúde por uma Associação desde 2011. Foi criado para realização de cirurgias de média e alta complexidade nas áreas de Neurologia, Cirurgia Vascular e Ortopedia possuindo capacidade para, em média, 350 internações por mês.

Esse hospital é considerado um hospital ‘porta fechada’, ou seja, só recebe pacientes quando encaminhados por outros serviços previamente autorizados (outros hospitais estaduais) via Central de Regulação de Vagas da Secretária de Estado da Saúde (SESA). Mantém pronto-socorro apenas para atendimento ao Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), quando esse atende casos de Acidente Vascular Cerebral (AVC) agudo. O hospital, ainda, possui atendimento ambulatorial e o agendamento também é feito pela Central de Regulação de Vagas da SESA.

O hospital conta com enfermarias para cada especialidade, além de uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI) com 18 leitos. No Centro Cirúrgico são realizadas em média 12 cirurgias por dia entre as três especialidades atendidas.

O Centro Cirúrgico possui 5 salas de cirurgia com características diferentes e são distribuídas entre as especialidades de acordo com essas características.

As salas 1 e 3 são alocadas a qualquer especialidade dependendo das cirurgias agendadas do dia, geralmente acontece um revezamento entre as especialidades

ortopedia e vascular. A sala 2 é a única sala com mesa capaz de realizar procedimento de hemodinâmica, como esse procedimento não corresponde aos tratamentos ortopédicos, apenas as especialidades neurologia e vascular a utilizam em um sistema de rodízio.

A sala 4 é reservada todos os dias para ortopedia, pois possui uma mesa de cirurgia com tração que é própria para procedimentos cirúrgicos ortopédicos. Já a sala 5 é exclusiva para a neurologia, pois possui equipamentos específicos requeridos por procedimentos desta especialidade, como o microscópio, além disso é a maior sala e como as cirurgias desta especialidade são de longa duração e de grande porte é preferível que ocorram nessa sala.

No entanto, o uso dessas salas é flexível, isto é, se uma especialidade não for utilizar alguma sala reservada para ela em um dia, essa sala pode ser alocada a outra especialidade. Ou ainda, se a equipe de uma especialidade iniciar seus procedimentos mais tarde pode-se alocar outra especialidade para sala até que a equipe chegue.

Além dos equipamentos em cada sala de cirurgia, o Centro Cirúrgico também possui 2 arcos cirúrgicos que são móveis, ou seja, podem ser utilizados em qualquer sala. Desses arcos, um é dedicado à ortopedia, pois suas características e funcionalidades não atendem às outras especialidades. O outro arco é compartilhado entre a vascular e a neurologia, de tal modo que seu uso ocorre por sistema de rodízio semelhante ao que acontece com a sala 2. O uso desses arcos também é flexível, assim como o uso flexível das salas citado anteriormente.

O Centro Cirúrgico ainda possui uma sala de Recuperação Pós-Anestésica (RPA) com capacidade de 5 leitos, um para cada sala de cirurgia. Porém, a RPA é usada tanto para preparação do paciente antes da cirurgia como para a recuperação do paciente após o procedimento, com isso, cinco leitos, na maioria das vezes, não são suficientes para atender o fluxo desses pacientes, assim são utilizadas duas macas extras.

Diariamente são realizados procedimentos das três especialidades e a cada dia pelo menos dois médicos de cada especialidade operam no Centro Cirúrgico. Além disso, o Centro Cirúrgico conta com 5 anestesistas todos os dias, sendo um responsável por cada sala de cirurgia. Em cada sala trabalham dois técnicos de enfermagem, responsáveis pela organização da sala antes da cirurgia, preparação do paciente na sala, apoio durante o procedimento, inclusive para registro da

cirurgia no sistema de informação e para retirada dos materiais e limpeza da sala após o procedimento.

No Centro Cirúrgico também trabalham:

- Técnicos de enfermagem alocados na RPA: que são responsáveis pela admissão do paciente e monitoramento após o procedimento;
- Técnicos de transporte: que tem como função buscar os pacientes no leito de origem até o Centro Cirúrgico e depois levá-los do Centro Cirúrgico até o leito para onde se destinarem;
- Um enfermeiro por turno e uma coordenadora de enfermagem: responsáveis pela organização de todas as atividades, como distribuição de salas, coordenação das equipes de técnicos, diálogo com os cirurgiões e demais setores do hospital para resolução de eventuais pendências para cirurgias, entre outras atividades;
- Técnicos de raios-X: responsáveis pelo manuseio dos arcos cirúrgicos; instrumentadores (um por sala) contratados por empresas terceirizadas;
- Equipe de higienização: geralmente duas pessoas responsáveis pela limpeza das salas após a retirada dos materiais pelos técnicos de enfermagem;
- Pessoa responsável pelos materiais especiais (OPME);
- Secretária do centro cirúrgico: responsável por toda parte burocrática, como registro no sistema de informação dos procedimentos realizados, principalmente informações financeiras, confecção do mapa das cirurgias e atualização do mapa ao fim do dia, entre outras atividades.

#### 4.2

#### **Planejamento e programação das cirurgias no hospital**

O processo de planejamento e programação das cirurgias no hospital segue algumas etapas que ocorrem antes da cirurgia, no processo de marcação e as etapas que ocorrem no dia da cirurgia até a admissão do paciente no Centro Cirúrgico.

No Planejamento são consideradas todas as etapas dentro da sala, desde a preparação da mesma até a liberação do paciente para a RPA e a posterior liberação do paciente para o leito.

Nas seções a seguir serão apresentados os processos e os subprocessos mais relevantes no agendamento das cirurgias e que podem vir a trazer algum impacto em relação à suspensão das mesmas, os demais processos serão descritos no Apêndice I e II.



As particularidades do processo de planejamento das cirurgias e como essas afetam o mesmo foram detalhados no Apêndice III.

#### **4.2.1**

##### **Marcação das cirurgias**

O processo de marcação das cirurgias é dividido em vários subprocessos como pode ser visto no fluxograma apresentado na Figura 4, que segue a notação BPMN 2.0. A descrição da notação BPMN 2.0 encontra-se no Anexo I.

Na Figura 4, além dos atores envolvidos diretamente com o Centro Cirúrgico já mencionados anteriormente, pode-se notar a presença do Médico responsável pela análise clínica do paciente e pela liberação do paciente para a realização do procedimento cirúrgico. Também se vê a presença do Laboratório e do Responsável pelo OPME que são atores externos ao Centro Cirúrgico com impacto direto no processo, pois fazem as solicitações exigidas no Aviso de Cirurgia.

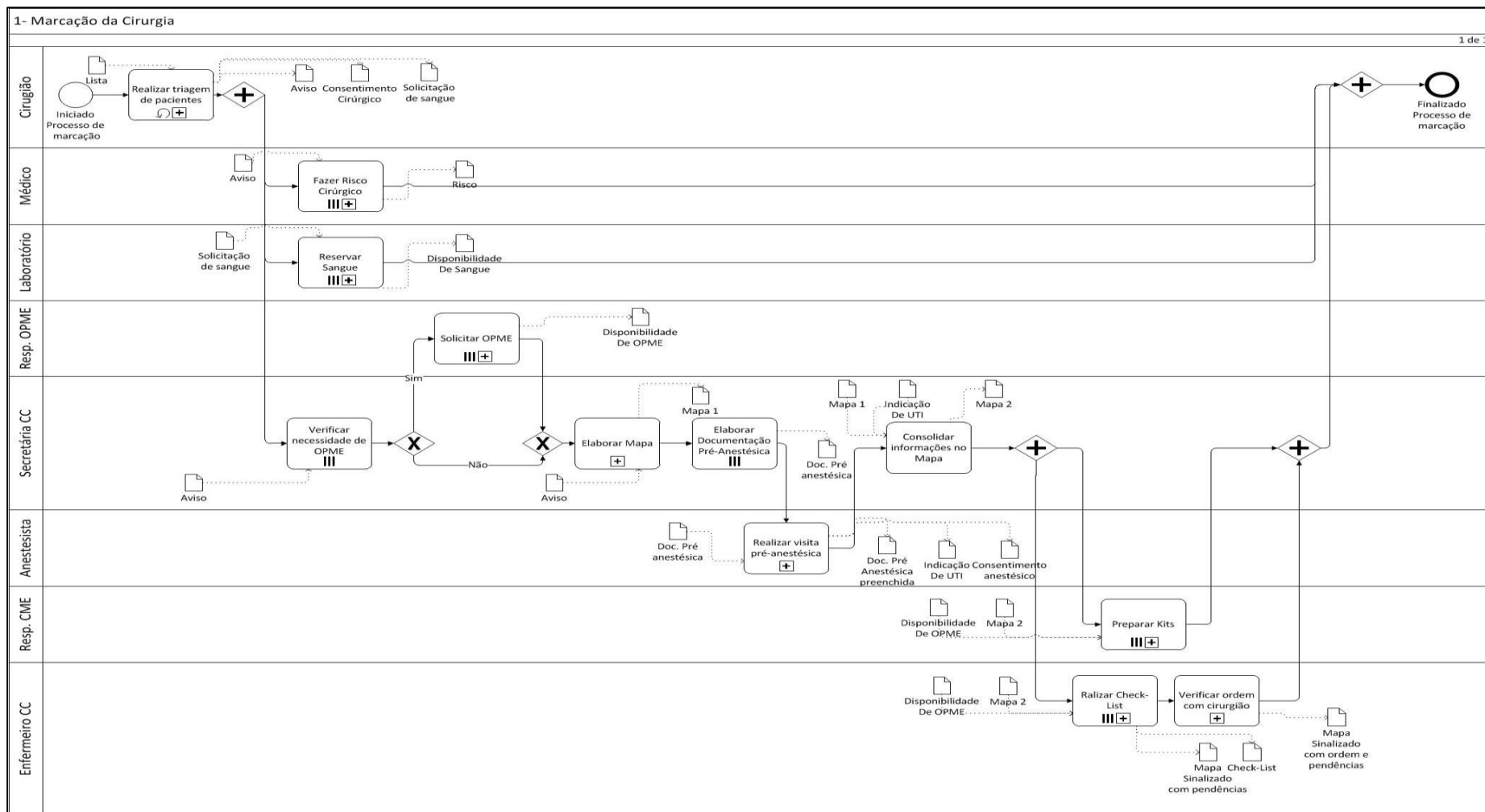


Figura 4 – Processo de marcação das cirurgias. Fonte: Elaboração própria.

O processo de marcação das cirurgias se inicia com a triagem dos pacientes por meio da visita médica aos pacientes internados. Após essa visita é gerado o aviso de cirurgia que indica o agendamento do procedimento pelo cirurgião e libera o início das demais atividades necessárias. Na Figura 4, cada atividade assinalada com o símbolo [+] representa um subprocesso.

Os subprocessos ‘Realizar triagem de pacientes’, ‘Fazer risco cirúrgico’, ‘Reservar sangue’, ‘Realizar visita pré-anestésica’ e ‘Verificar ordem com cirurgião’ serão detalhados e seus fluxogramas apresentados a seguir, pois são cruciais no bom desempenho da marcação das cirurgias e serão retomados posteriormente no decorrer do estudo. Os demais subprocessos e seus fluxogramas encontram-se no Apêndice I.

O processo de Triagem de pacientes acontece, geralmente, no dia anterior ao que a cirurgia será agendada, ou seja, com 24h de antecedência, com a realização da visita aos pacientes. Cada unidade possui uma lista dos pacientes internados, indicando quais pacientes possuem indicação cirúrgica e quais já estão liberados pela clínica médica para o procedimento, assim os pacientes são visitados de acordo com essa lista.

Em relação à ortopedia, o médico que opera no dia D é o mesmo que visita e marca a cirurgia no dia D-1. Nesse caso, se por algum motivo a cirurgia for suspensa, o paciente só será agendado novamente para semana seguinte, no dia desse cirurgião no centro cirúrgico. Só ocorre a mudança da equipe para casos mais graves, que não podem esperar a próxima semana. Para a cirurgia vascular, os médicos que agendam as cirurgias, via de regra, não são os mesmos que operam. Já em relação à neurologia, o agendamento de todas as cirurgias da semana é feito na sexta-feira da semana anterior, quando acontece uma reunião com todos os cirurgiões dessa especialidade. Nessa reunião são selecionados os pacientes a serem operados e os dias da semana dos procedimentos.

O fluxograma referente à Triagem de pacientes pode ser visto na Figura 5.

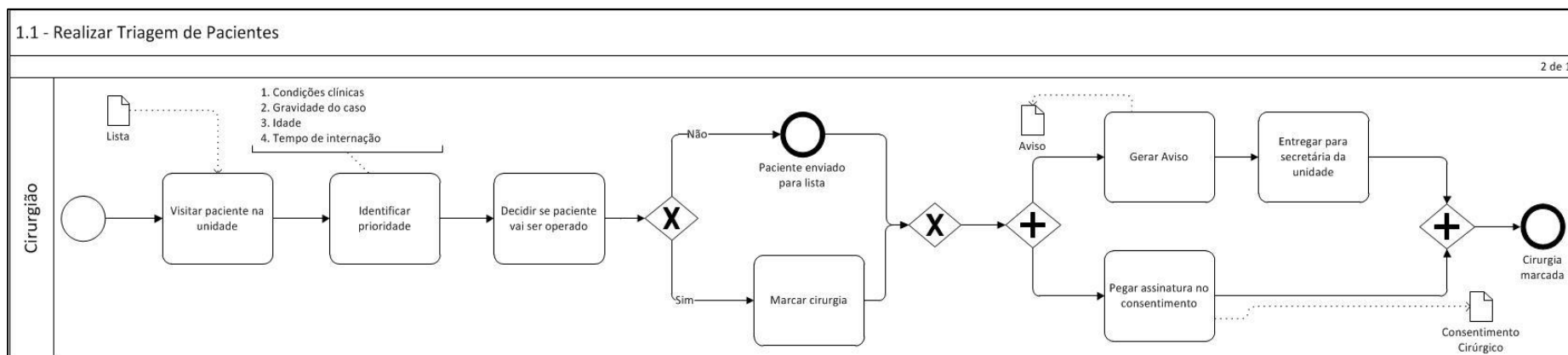


Figura 5 – Realizar triagem de pacientes. Fonte: Elaboração própria.

Para a escolha do paciente a ser operado leva-se em consideração: condição clínica, gravidade do quadro, idade e tempo de internação. A marcação é realizada em função da especialização do médico, principalmente quando são casos complexos e específicos, mas para casos mais simples e procedimentos mais comuns de cada especialidade, as cirurgias são marcadas independentemente da especialização do médico.

Após a realização da visita e seleção dos pacientes a serem operados, o médico deve gerar o Aviso de Cirurgia, no máximo até às 12h do dia anterior à cirurgia. Esse aviso contém o procedimento que será realizado, os equipamentos que serão necessários, a indicação ou não de OPME (Órteses, Próteses e Materiais Especiais) e se é preciso fazer reserva de sangue. O aviso é impresso pelo médico e entregue para a secretária do andar, responsável por entregar o mesmo para a secretária do Centro Cirúrgico.

O médico também deve, assim que marcar a cirurgia, obter a assinatura do paciente no consentimento cirúrgico. Se o paciente for lúcido e puder responder por seus atos, ele mesmo pode assinar o consentimento, caso contrário deve ser assinado pelo acompanhante, se o acompanhante não estiver presente no momento a assinatura ficará pendente.

Assim que é gerado o aviso de cirurgia, que fica no prontuário do paciente, o enfermeiro da unidade em que o paciente está internado deve verificar os pacientes com cirurgias marcadas e conferir a necessidade de fazer o risco cirúrgico, conforme Figura 6.

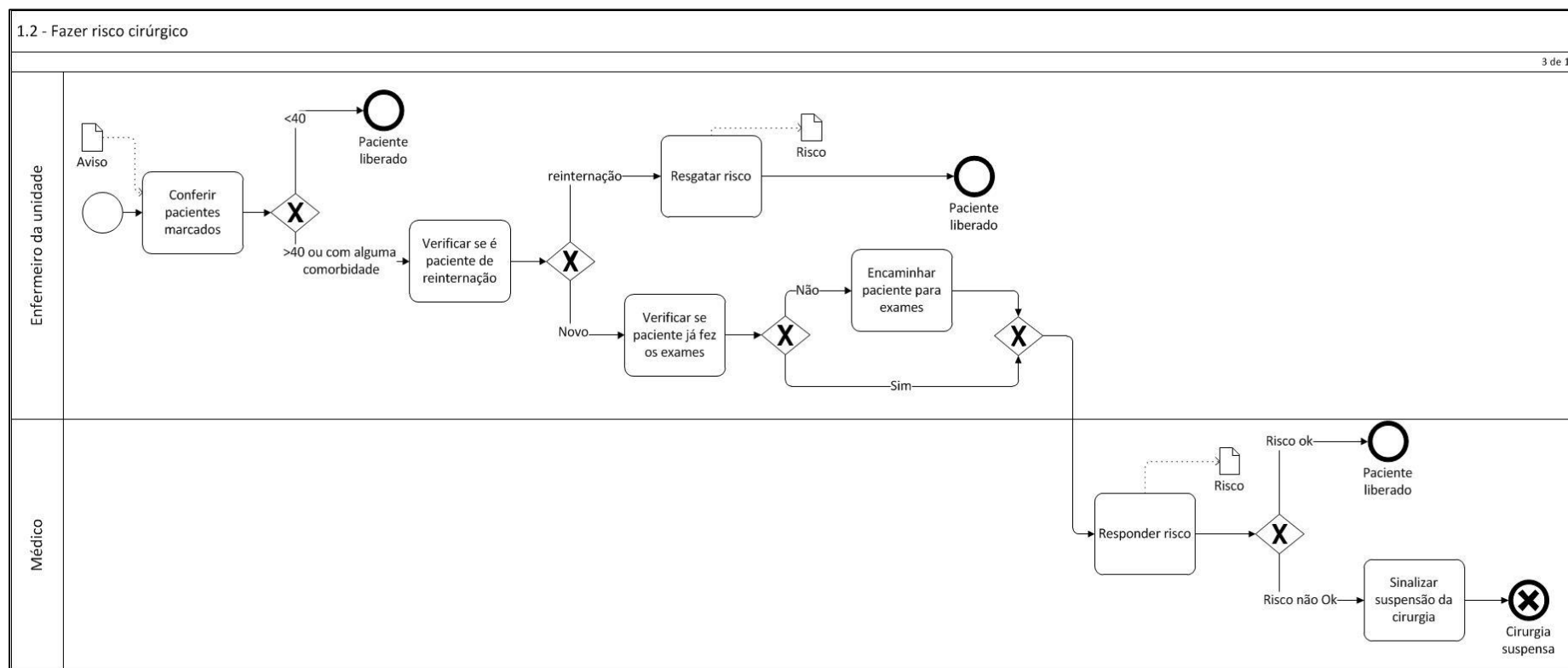


Figura 6 – Fazer risco cirúrgico. Fonte: Elaboração própria.

Ao verificar o paciente agendado, se o mesmo tiver mais de 40 anos ou alguma comorbidade, ele deve fazer o risco cirúrgico. Porém, se é um paciente de internação recorrente deve-se apenas resgatar esse risco no sistema, pois o mesmo tem validade de 6 meses. Se não for o caso, verifica-se se o mesmo já realizou os exames necessários para o risco. Caso não tenha realizado os exames, sinaliza que o paciente precisa fazê-los e o encaminha para realizá-los. Após realizar os exames, o médico responde ao risco cirúrgico assinalando se o paciente está apto à cirurgia ou não.

Ao gerar o aviso de cirurgia no sistema, é enviado ao Laboratório uma solicitação das reservas sanguíneas. Quando essa solicitação chega ao laboratório, o responsável verifica a disponibilidade do sangue solicitado, o subprocesso Reservar sangue é mostrado na Figura 7.

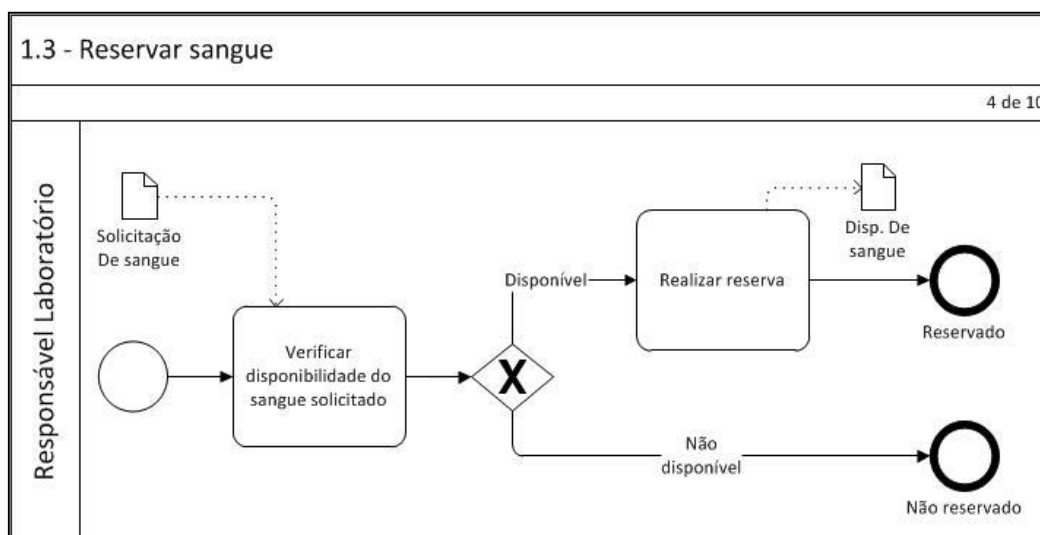


Figura 7 – Reservar sangue. Fonte: Elaboração própria

A secretária do Centro Cirúrgico, ao receber os avisos, verifica quais têm solicitação de OPME e passa as solicitações para o responsável pela cotação desses materiais. O aviso, como citado anteriormente, só pode ser gerado até às 12h do dia anterior à cirurgia para se ter tempo hábil de fazer a cotação do material necessário.

Além disso, tendo recebido os avisos, a secretária inicia a confecção prévia do Mapa Cirúrgico que contém as informações relevantes dos procedimentos agendados para o dia seguinte. A secretária do Centro Cirúrgico prepara a documentação para a visita pré-anestésica, que é entregue ao anestesista responsável pela visita do dia. Todos os dias um anestesista faz a visita pela tarde aos pacientes marcados para o próximo dia, como na Figura 8.

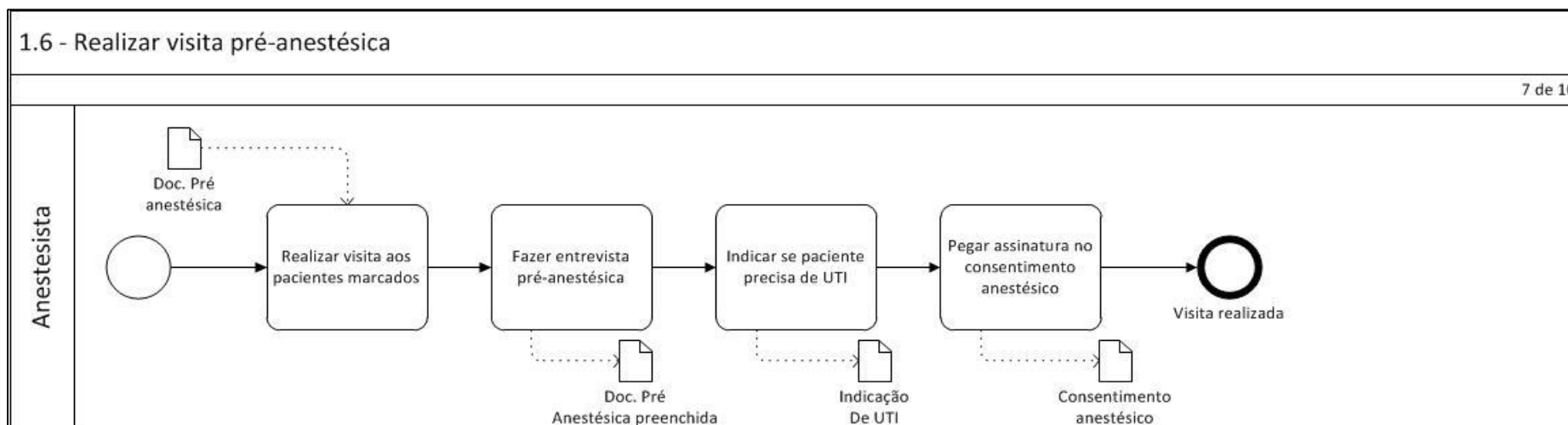


Figura 8 – Realizar visita pré-anestésica. Fonte: Elaboração própria



Na visita pré-anestésica, o anestesista avalia o tipo de anestesia a ser utilizada no procedimento e sinaliza se o paciente vai precisar ser encaminhado à UTI após o mesmo. Além disso, o anestesista obtém a assinatura do paciente no consentimento anestésico.

A secretária, com as informações dos avisos, da visita pré-anestésica e da cotação de OPME finaliza a elaboração do Mapa Cirúrgico que lista todos os procedimentos do dia seguinte, constando: nome do paciente, idade, leito de internação, se foi solicitado reserva de sangue e OPME, especialidade, procedimento a ser realizado e se há indicação de UTI. O mapa finalizado é enviado a todos os *players* envolvidos no processo.

O enfermeiro do Centro Cirúrgico, do turno da tarde, verifica os pacientes marcados e visita as unidades para realizar o check-list cirúrgico juntamente com o enfermeiro e técnico de enfermagem do andar. Caso seja detectada alguma pendência durante a realização do check-list, essa é sinalizada no mapa e encaminhada para resolução junto às áreas responsáveis.

O enfermeiro, também, deve contatar o cirurgião de cada especialidade e tentar estabelecer a ordem de envio dos pacientes ao Centro Cirúrgico. Se o cirurgião estabelecer a ordem, essa é sinalizada no mapa, caso contrário o mapa fica sem a ordem indicada, conforme Figura 9.

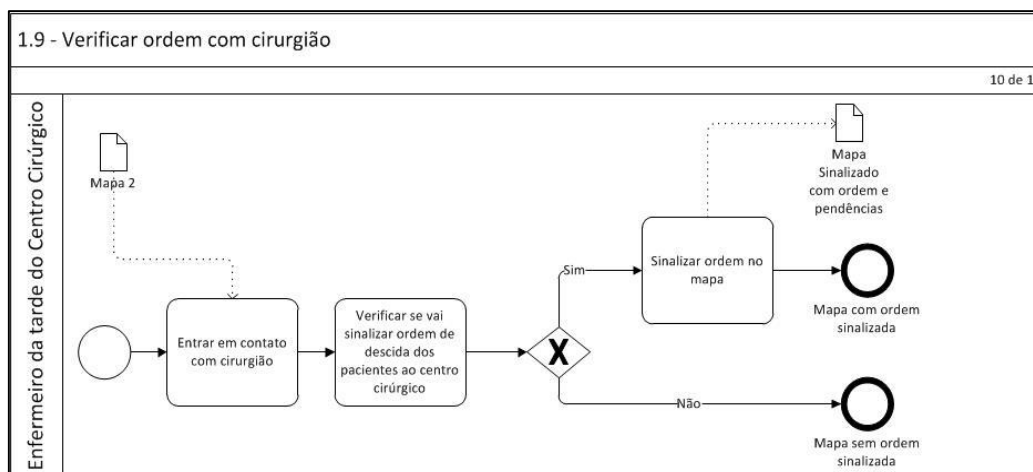


Figura 9 – Verificar ordem com cirurgião. Fonte: Elaboração própria

No fim do dia, o enfermeiro deve passar as informações do mapa para o quadro localizado na recepção do centro cirúrgico. No dia da cirurgia esse quadro é usado para informar os procedimentos do dia, indicar quais procedimentos estão ocorrendo em cada sala e quais pacientes estão na RPA, em pré-cirurgia ou em recuperação pós-anestésica.

#### 4.2.2

##### **Processos no dia da cirurgia**

Assim como para a marcação das cirurgias, o processo para o dia da cirurgia é dividido em vários subprocessos, como mostrado na Figura 10.

Para os processos no dia da cirurgia, os principais atores envolvidos estão diretamente ligados ao Centro Cirúrgico, porém tem-se a participação importante da Coordenadora de UTI, a qual é responsável pela indicação das vagas de UTI liberadas no dia, os horários de liberação e se a alta tem alguma exigência específica. Além da coordenadora de UTI, tem-se a interação com setores como o Laboratório, o setor responsável pela cotação do OPME e os enfermeiros da unidade para verificações de possíveis pendências que podem ocorrer. Essas interações são percebidas no detalhamento dos subprocessos.

Os subprocessos ‘Verificar ordem’, ‘Solicitar busca’, ‘Resolver pendências’, ‘Estabelecer ordem para o procedimento’ e ‘Definir sala’, serão descritos detalhadamente e seus fluxogramas apresentados a seguir. Os demais subprocessos e seus fluxogramas encontram-se no Apêndice II.

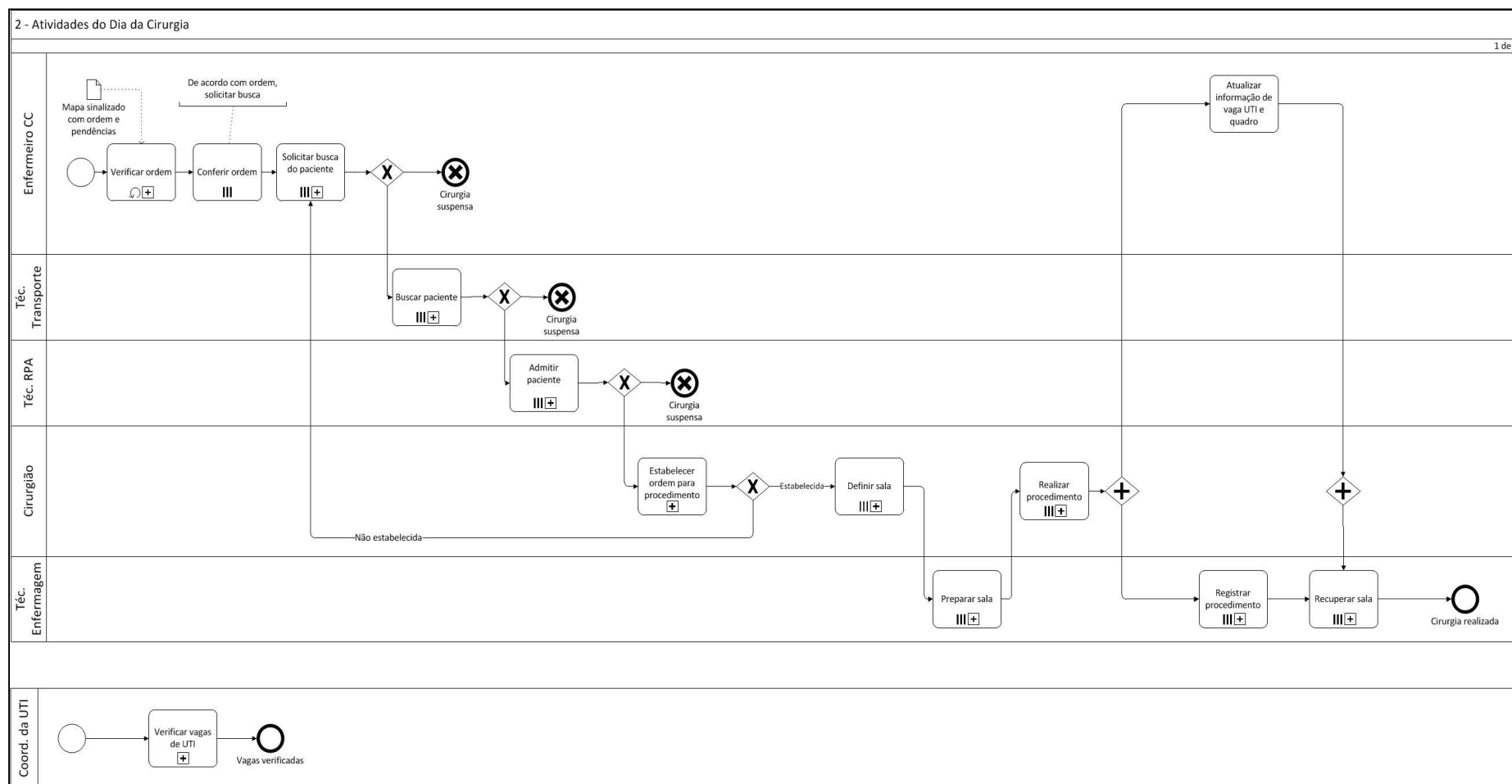


Figura 10 – Processos para o dia da cirurgia. Fonte: Elaboração própria.

No dia da cirurgia, as atividades no Centro Cirúrgico começam às 6h, quando um colaborador começa a preparação básica das salas e o técnico de transporte já está disponível para buscar os primeiros pacientes a serem admitidos. Segundo a Coordenadora de Enfermagem do Centro Cirúrgico, é possível começar os procedimentos a partir das 7h, porém o horário de início depende do horário de chegada dos cirurgiões.

Iniciadas as atividades para as cirurgias, o enfermeiro do centro cirúrgico deve verificar no mapa se o paciente tem ordem sinalizada pelo cirurgião no dia anterior. Caso não possua, o enfermeiro estabelece a ordem de acordo com sua experiência, como pode ser visto na Figura 11. O enfermeiro confere, então, a ordem do paciente para solicitar a busca do mesmo.

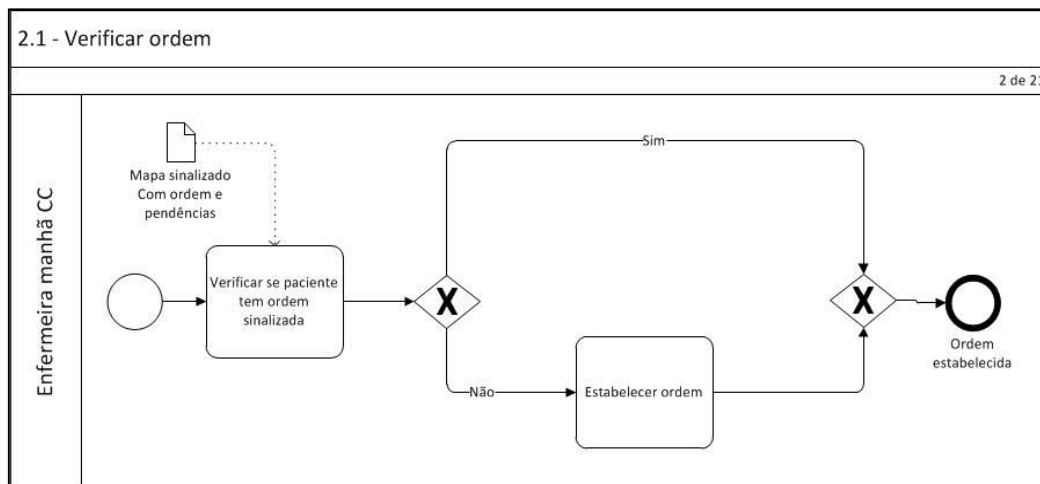


Figura 11 – Verificar ordem. Fonte: Elaboração própria

Antes de efetivamente realizar a ação de solicitar a busca do paciente ao técnico de transporte, o enfermeiro deve realizar várias verificações conforme Figura 12.

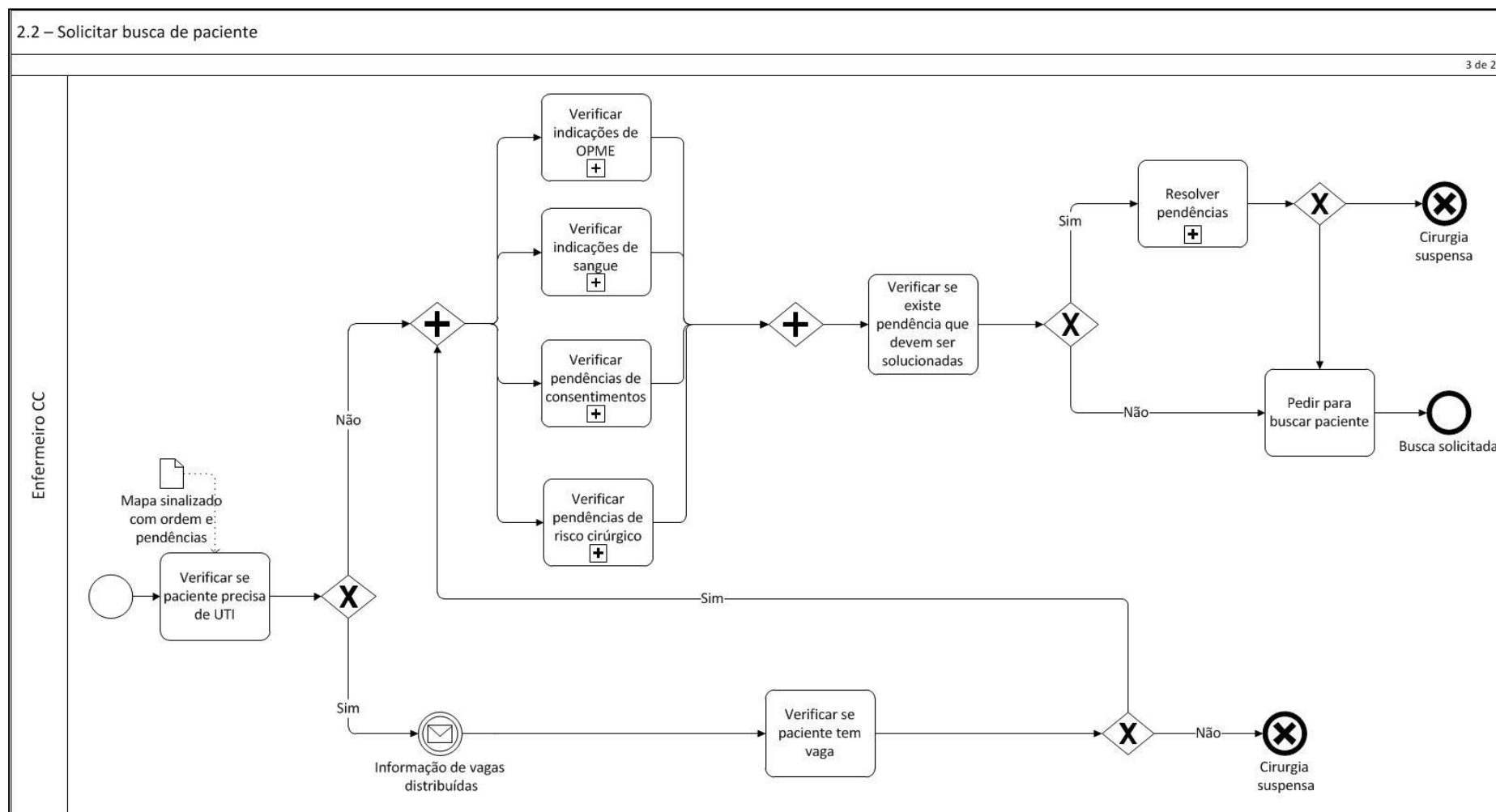


Figura 12 – Solicitar busca de paciente. Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se, então, se o paciente tem indicação de UTI, se não tiver, é verificado se o paciente possui alguma pendência de OPME, de reserva de sangue, de assinatura de consentimento e/ou de risco cirúrgico. Geralmente os primeiros pacientes a serem buscados não têm indicação de UTI, pois só se sabe da disponibilidade de vagas em torno das 8h. A descrição e os fluxogramas dos subprocessos de verificação encontram-se nas Figuras 37 a 40 do Apêndice II.

Se não houver nenhuma pendência, é solicitada a busca do paciente, caso contrário, enquanto as pendências daquele paciente são solucionadas, começa-se o processo de solicitação da busca de outro paciente.

Havendo pendência essas são encaminhadas para resolução. Caso haja mais de uma pendência essas são resolvidas paralelamente pelo enfermeiro, conforme mostrado na Figura 13.

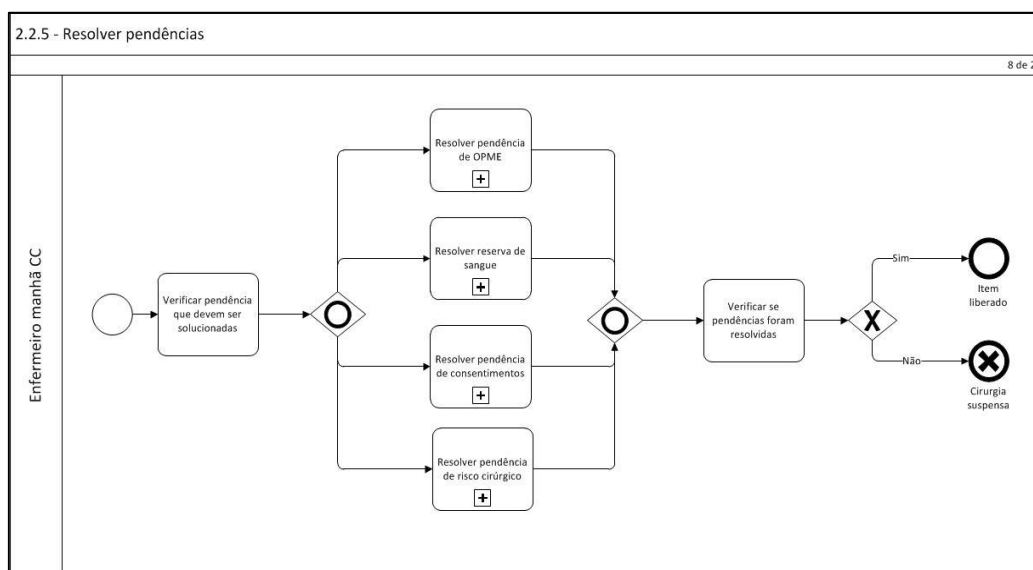


Figura 13 – Resolver pendências. Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 13, vê-se que cada subprocesso de resolução só é ‘ativado’ para a pendência encontrada no processo de verificação anterior, por isso o uso do *gateway* inclusivo, conforme notação BPMN descrita no Anexo I. A descrição e os fluxogramas dos subprocessos de resolução encontram-se nas Figuras 41 a 44 do Apêndice II.

Ainda em relação à solicitação de busca do paciente (Figura 12), se o paciente tiver indicação de UTI, o enfermeiro deve inicialmente verificar se as vagas de UTI para o dia já foram liberadas e distribuídas. Caso ainda não tenham sido distribuídas o enfermeiro não solicita a busca daquele paciente. Se as vagas já foram distribuídas, é verificado se àquele paciente foi atribuída uma vaga, se sim, o

enfermeiro verifica se existe alguma pendência como listado anteriormente. Caso o paciente não tenha vaga de UTI reservada, a cirurgia é suspensa. O fluxograma do subprocesso ‘Verificar vagas de UTI’ e a descrição de como ocorre a distribuição dessas vagas encontra-se na Figura 47 do Apêndice II.

Verificadas as pendências, o enfermeiro do Centro Cirúrgico deve solicitar ao técnico o transporte a busca dos pacientes. No início do dia, segundo a coordenadora de enfermagem, é ideal que a RPA esteja com sete pacientes sendo admitidos e preparados para os procedimentos, isso para que quando os cirurgiões cheguem não ocorram atrasos para o início da cirurgia e o paciente já possa ser colocado em sala de acordo com a sinalização do cirurgião.

Após ser admitido, o paciente fica aguardando o momento de entrar na sala para a realização do procedimento. Logo que os cirurgiões chegam, verificam com o enfermeiro os pacientes que já estão em pré-operatório na RPA e decidem a ordem das cirurgias, conforme Figura 14.

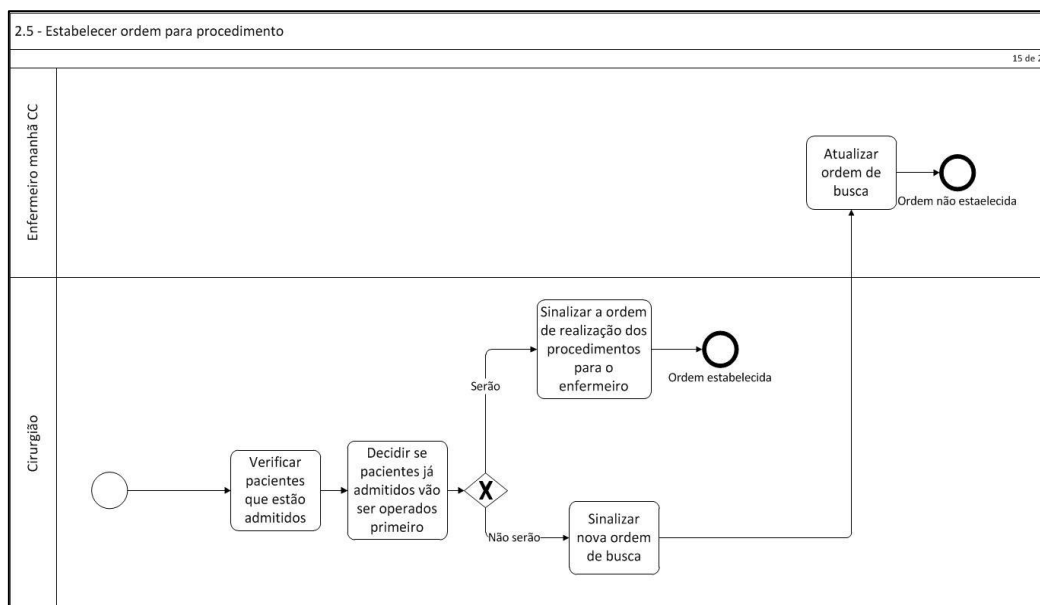


Figura 14 – Estabelecer ordem para procedimento. Fonte: Elaboração própria.

Se os pacientes já admitidos forem os primeiros, o cirurgião sinaliza em qual ordem serão realizados esses procedimentos. Porém, pode acontecer de a ordem sinalizada no dia anterior pelo cirurgião não ser obedecida no dia da cirurgia.

Dessa forma, para que se inicie um procedimento o enfermeiro deve iniciar a atividade de solicitação de busca de paciente conforme descrito acima, verificando todas as pendências e distribuição de vagas de UTI, enquanto os pacientes já admitidos vão aguardar o procedimento na RPA.

Após estabelecer nova ordem de busca, se necessário, ou estabelecer a ordem dos procedimentos dos pacientes que já estão admitidos, o enfermeiro verifica com o cirurgião se tem alguma sala de preferência para o procedimento, como mostrado na Figura 15.

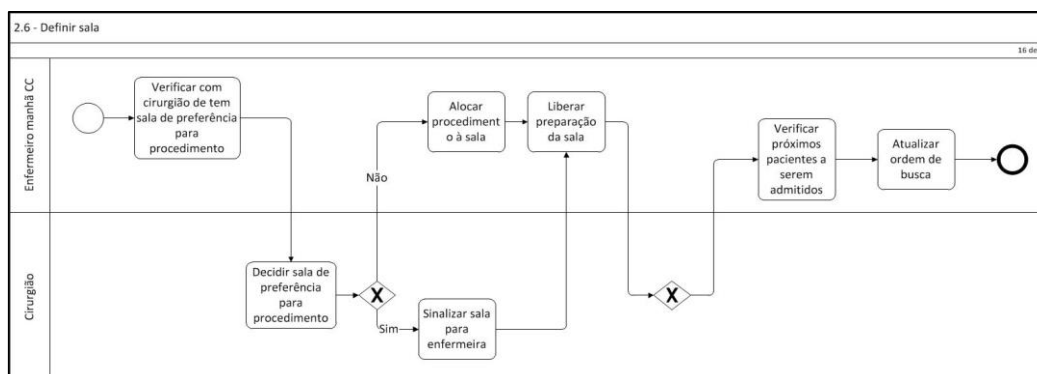


Figura 15 – Definir sala. Fonte: Elaboração própria.

Assim, se o cirurgião tiver alguma sala de preferência sinaliza para o enfermeiro, caso contrário o enfermeiro aloca de acordo com a experiência. Em seguida, o enfermeiro orienta os técnicos de enfermagem alocados em cada sala a prepararem a mesma de acordo com o procedimento e, ainda, alertam o anestesista daquela sala. O cirurgião, também, já indica quais os próximos procedimentos que serão realizados para que a ordem de busca seja atualizada e para que assim que um procedimento termine o outro paciente já esteja preparado para entrar em sala.

Após isso, as atividades passam a ocorrer dentro das salas de cirurgias. Essas atividades estão inseridas nos processos para o dia da cirurgia e são vistos como subprocessos na Figura 10, apresentada anteriormente, e são denominados como: preparar sala, realizar procedimento, registrar procedimento e recuperar sala. No Apêndice II encontram-se os fluxogramas desses subprocessos nas Figuras de 48 a 51 assim como a descrição de cada um deles.

Depois da sala preparada, busca-se o paciente na RPA e o coloca na sala correspondente. Os técnicos, então, são responsáveis pela acomodação do paciente em sala, preparação e monitoração do mesmo. Após isso, o anestesista da sala é responsável pelo processo anestésico daquele paciente. Depois, o cirurgião entra em sala para a realização do procedimento.

Finalizado o procedimento, o enfermeiro vai até a sala de cirurgia para fazer a evolução do paciente, então, este pode ser transferido para a RPA onde fica em observação recuperando-se da anestesia até ser liberado pelo anestesista. Depois de liberado, o técnico de transporte o leva para a unidade de destino.



## 5

### Diagnóstico e oportunidades de melhorias

O objetivo dessa seção é expor a necessidade do hospital em relação à melhoria do planejamento das cirurgias. Objetiva-se, também, por meio da análise de dados do hospital, identificar pontos importantes de atenção para o processo estudado fazendo um diagnóstico da situação atual. Busca-se descrever os pontos importantes observados durante as visitas e durante a modelagem do processo que podem contribuir para melhoria no processo de planejamento de cirurgias e diminuição das suspensões, assim como apontar possíveis direções para resolução desses problemas.

#### 5.1

##### Análise das necessidades do hospital

Em visitas realizadas ao hospital e entrevistas não estruturadas conforme descrito no Capítulo 3, foi possível levantar algumas questões que o hospital busca melhorar no planejamento das cirurgias.

O indicador utilizado pela SESA para repasse de verba ao hospital é o número de saída de pacientes por mês, ou seja, o hospital recebe de acordo com seu fluxo de altas. Então, um ponto importante em relação ao objetivo do hospital é reduzir o tempo de internação dos pacientes, pois quanto mais tempo o paciente fica internado mais despesa gera ao hospital sem gerar nenhuma receita, já que esta é medida em função do fluxo de altas.

Dessa forma, mesmo que o hospital não possua meta em relação à suspensão de cirurgias essa questão ainda é importante, pois quanto mais suspensões ocorrem mais tempo o paciente tem que aguardar para realização do procedimento impactando diretamente no fluxo de pacientes no hospital.

O ponto de redução do tempo de internação é crucial não somente para a redução das despesas do hospital, mas também por aspectos clínicos, como a incidência de infecções hospitalares e por aspectos de nível de serviço, como a experiência do paciente e sua família em relação ao hospital. Com isso, percebe-se novamente a importância da redução do índice de suspensão de cirurgias, que influencia diretamente no tempo de internação dos pacientes.

## 5.2

### Diagnóstico da situação atual

Com a análise dos dados do hospital, é possível verificar pontos importantes a serem considerados durante o planejamento das cirurgias e das possíveis mudanças que possam vir a ocorrer no processo.

Do total de internações do hospital, 77,5% passaram por procedimento cirúrgico. Dessas cirurgias, a ortopedia é a especialidade que mais realiza procedimentos, em torno de 42% do total de cirurgias, a vascular é responsável 34% dos procedimentos, enquanto a neurologia realiza 21% do total de cirurgias do hospital. Em média, realizam-se 12 cirurgias por dia e o tempo de espera médio é de 7 dias, a média de cirurgias por especialidade por dia e o tempo médio de espera por especialidade são discriminados na Tabela 1.

Tabela 1 – Tempo de espera médio e média de cirurgias por especialidade. Fonte: Elaboração própria.

	<b>Tempo de espera médio (dias)</b>	<b>Média de cirurgias (cirurgias/dia)</b>
Neurologia	10,6	2,5
Ortopedia	5,1	5,3
Vascular	6,5	3,9
<b>Total</b>	<b>7,0</b>	<b>11,7</b>

A Neurologia tem um tempo de espera maior e uma porcentagem menor do total de procedimentos realizados no hospital, pois realiza menos procedimentos por dia, já que os procedimentos dessa especialidade têm tempo de duração maior. O tempo de espera para marcação da cirurgia também é maior devido à política de marcação dessa especialidade realizada sempre na sexta-feira da semana anterior à data da operação.

Ortopedia tem menor tempo de espera e maior número de cirurgias realizadas, pois realiza mais procedimentos por dia, devido ao fato desses serem mais curtos, comparados com os procedimentos das outras especialidades.

Já a cirurgia vascular realiza menos procedimentos que a a ortopedia, pois seus procedimentos são mais dependentes que a ortopedia de vagas de UTI e na maioria das vezes mais longos, e ainda a vascular não tem todos os dias duas salas de cirurgias disponíveis para serem usadas (o que acontece na ortopedia), tendo que revezar com a neurologia.

Outra observação em relação ao tempo de espera para cirurgias é que, além dele variar por especialidade, também varia por tipo de chegada ao paciente no

hospital. Na Tabela 2, pode-se ver o tempo de espera médio por especialidade e tipo de chegada, sendo que acolhimento é quando o paciente chega pelo SAMU em atendimento de emergência aos casos de AVC, internação é quando o paciente é transferido dos outros hospitais do sistema estadual e ambulatorio é encaminhamento do atendimento ambulatorial.

Vale ressaltar, que o tempo de espera foi considerado a partir da internação do paciente no hospital até o momento da realização da cirurgia e/ou do momento da realização de um procedimento até outro procedimento que foi realizado.

Tabela 2 – Tempo de espera médio por tipo de chegada e por especialidade. Fonte: Elaboração própria.

	<b>Tipo de chegada</b>	<b>Tempo de espera médio (dias)</b>
Neurologia	Acolhimento	5,0
	Ambulatório	11,1
	Internação	11,4
Ortopedia	Acolhimento	9,6
	Ambulatório	3,9
	Internação	5,6
Vascular	Acolhimento	12,0
	Ambulatório	5,8
	Internação	6,8

Os pacientes com origem no ambulatório, apesar de terem tempo de espera menor que os demais (com exceção à neurologia), ainda assim possuem um tempo de espera considerável. Como esse paciente faz acompanhamento no ambulatório, já se sabe todas as características do seu quadro e se esse paciente tem necessidade de vaga de UTI, de reserva sanguínea, OPME, entre outras, assim em princípio seu tempo de espera deveria ser menor.

Apesar do tempo de espera médio para realização da cirurgia ser relevante, percebe-se um tempo de utilização relativamente baixo do tempo produtivo do Centro Cirúrgico. Na Tabela 3, pode-se verificar o tempo de utilização médio em horas do Centro Cirúrgico por dia da semana e especialidade. Esse tempo de utilização médio é baixo comparado com o tempo total disponível do Centro Cirúrgico considerando 12h de funcionamento para cirurgias eletivas (tomando como base os turnos de trabalho dos colaboradores) para as 5 salas, o que dá um total de 60h disponíveis ao dia.

O tempo de utilização foi acrescido do tempo de preparação, considerando 12 cirurgias em média por dia e um tempo médio de preparação de 30 minutos (informado durante a visita).

Vale ressaltar que o tempo apresentado para cada dia é o tempo total considerando todas as 5 salas de cirurgia do hospital.

Tabela 3 – Tempo médio de utilização do Centro Cirúrgico por especialidade e por dia da semana.  
Fonte: Elaboração própria

<b>Especialidade</b>	<b>Segunda</b>	<b>Terça</b>	<b>Quarta</b>	<b>Quinta</b>	<b>Sexta</b>
Neurologia	4:25:06	5:07:39	5:08:55	5:33:27	05:29:00
Ortopedia	2:11:23	6:02:15	4:56:39	3:50:13	3:57:05
Vascular	6:51:28	4:24:54	4:57:01	3:51:41	3:40:36
<b>Total</b>	<b>13:27:58</b>	<b>15:34:48</b>	<b>15:02:36</b>	<b>13:15:20</b>	<b>13:06:41</b>
Preparação	06:00:00	06:00:00	06:00:00	06:00:00	06:00:00
<b>Total utilizado</b>	<b>19:27:58</b>	<b>21:34:48</b>	<b>21:02:36</b>	<b>19:15:20</b>	<b>19:06:41</b>

Como se pode perceber, o tempo de utilização total diário fica em torno de 19 e 21h, comparando com o tempo total disponível do Centro Cirúrgico por dia, de 60h, tem-se entre 31,67% e 35% de utilização diária. Esse baixo tempo de utilização é reflexo da falta de um método de marcação mais sistemático, isto é, um método mais otimizado na triagem dos pacientes. Também é resultado de um elevado índice de suspensão de cirurgias por dia, fazendo com que as janelas de tempo que seriam alocadas à essas cirurgias fiquem vazias, gerando ociosidade.

Na Tabela 4 é possível verificar os motivos pelas quais as cirurgias são suspensas, as quantidades de suspensão por cada motivo, e a proporção em relação ao total de cirurgias e ao total de suspensões. Percebe-se que a maior causa de suspensão é a falta de vaga de UTI, que como já dito anteriormente é um recurso crítico do hospital, podendo ser considerado o gargalo do processo. O motivo “Cirurgias anterior de longa duração” significa que o procedimento anterior era longo e não houve tempo suficiente para realizá-lo no mesmo dia.

Tabela 4 – Motivo de suspensão e proporção em relação ao total de cirurgias e suspensão. Fonte: Elaboração própria.

Motivo	Quantidade suspensa	Proporção do total de suspensão	Proporção do total de cirurgia
Falta de vaga de UTI	180	56,4%	10,7%
Sem condições clínicas	31	9,7%	1,8%
Cirurgia anterior de longa duração	28	8,8%	1,7%
Problemas em relação à material	18	5,6%	1,1%
Falta de sangue	10	3,1%	0,6%
Mudança de conduta	7	2,2%	0,4%
Paciente recusou	6	1,9%	0,4%
Paciente não internou	5	1,6%	0,3%
Falta de Risco Cirúrgico	5	1,6%	0,3%
Agendamento Inadequado	4	1,3%	0,2%
Paciente PAI +	4	1,3%	0,2%
Problemas estruturais	3	0,9%	0,2%
Procedimento no andar	3	0,9%	0,2%
Sem jejum	3	0,9%	0,2%
Cirurgia de urgência	2	0,6%	0,1%
Efeito à anestesia	2	0,6%	0,1%
Paciente de alta	2	0,6%	0,1%
Plaquetopenia	2	0,6%	0,1%
Uso de Coplidogrel	2	0,6%	0,1%
Diagnóstico à esclarecer	1	0,3%	0,1%
Óbito	1	0,3%	0,1%
<b>Total</b>	<b>319</b>	<b>-</b>	<b>18,9%</b>

Em relação aos demais fatores, tem-se que 70% de todas as cirurgias agendadas no dia possuem solicitação de OPME e 31% possuem solicitação de reserva sanguínea. Já em relação aos encaixes e urgência, verifica-se que o impacto no funcionamento do Centro Cirúrgico é pequeno, já que do total das cirurgias analisadas apenas 7% foram encaixes e 2% foram procedimentos de urgência.

Na Figura 16, pode-se comparar o tempo de espera médio por uma cirurgia com o tempo médio de espera quando o procedimento precisou de vaga de UTI. Para todas as especialidades esse tempo é consideravelmente maior.

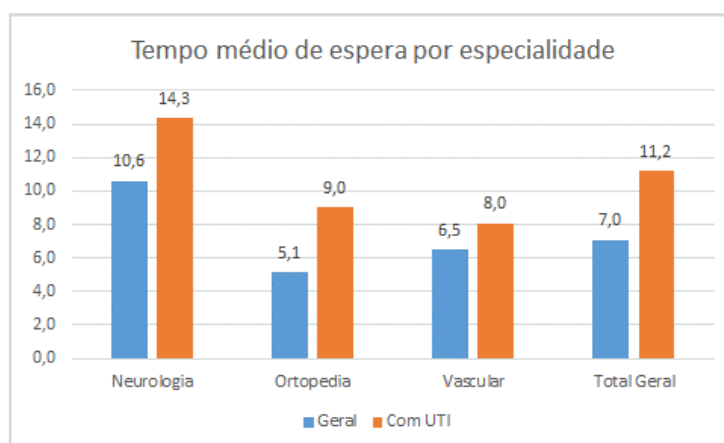


Figura 16 – Comparação do tempo médio de espera geral e com UTI. Fonte: Elaboração própria.

O tempo médio de remarcação, quando ocorre suspensão de procedimento, também é diferente para pacientes que precisam de vaga de UTI. O tempo médio de espera para remarcação de paciente que não precisam de vagas de UTI é de 4,5 dias enquanto para os que precisam de UTI de 5,3 dias.

### 5.3

#### **Análise da modelagem dos processos**

Na seção anterior foi possível identificar as causas de suspensão de cirurgia no hospital. Da Tabela 4, percebe-se que a falta de vaga de UTI é a causa principal da suspensão de cirurgias, por isso ela será objeto de uma análise detalhada no Capítulo 6. Para algumas das demais causas serão sugeridas alterações nos processos com base na modelagem em notação BPMN, observação das atividades de planejamento das cirurgias do hospital e na análise dos dados realizada na seção anterior.

Vale ressaltar que as sugestões de alterações nos processos foram feitas para as causas mais significativas de suspensão de cirurgias identificadas na Tabela 4 e para as causas que podem ser melhoradas por alteração de processo, já que algumas das causas mais significativas de suspensão não são possíveis tratar por mudança de processos e foge do escopo da dissertação, como falta de condições clínicas, recusa do paciente à cirurgia, mudança de conduta, entre outras.

Deve-se destacar que as sugestões citadas visam não somente diminuir o número de suspensões de cirurgia, mas também aumentar o uso da capacidade do Centro Cirúrgico. Por isso é sugerido, além das medidas para minimizar a suspensão, ações que visem à troca dos procedimentos marcados, caso esses apresentem alguma pendência mais grave, ainda no dia da marcação, por outro procedimento.

Observando as causas de suspensão de cirurgias na Tabela 4, vê-se que melhorias na escolha do paciente para marcação poderiam contribuir para diminuição das causas referentes à ‘Cirurgias anterior de longa duração’ e ‘Agendamento Inadequado’, que somadas correspondem a 10% das causas de suspensão.

E da Tabela 3, verifica-se uma utilização baixa do tempo disponível do Centro Cirúrgico, porém é possível aumentar esse tempo de utilização com um melhor sistema de seleção dos pacientes que vão operar a cada dia e melhor sequenciamento desses.

Diante disso, verifica-se que a melhoria no processo de triagem dos pacientes é um ponto importante na diminuição do índice de suspensão e aumento do índice de saída de pacientes.

A triagem atualmente ocorre de acordo com a preferência do cirurgião, ou seja, ao analisar os pacientes com indicação cirúrgica de cada unidade, os cirurgiões agendam de acordo com sua percepção e experiência. Eles também visam ponderar fatores referentes ao tempo de internação, gravidade do caso, entre outros.

O que se percebe é que essa escolha para marcação poderia ser feita utilizando um método mais aprimorado e lógico que considere:

- Capacidade do Centro Cirúrgico por dia e por especialidade;
- Tempo de cirurgia de cada tipo (considerando às incertezas associadas);
- Tempo máximo do cirurgião disponível para procedimentos em cada dia;
- Especialização de cada médico (para alocar as cirurgias ao cirurgião mais adequado);
- Prioridade de cada paciente;
- Tempo de espera.

Isso contribuiria para uma escolha mais sistemática dos pacientes que seriam agendados a cada dia e acredita-se que assim mais cirurgias poderiam ser marcadas ao dia aproveitando mais a capacidade do Centro Cirúrgico. Com isso acredita-se ser possível reduzir o tempo de espera pelas cirurgias e evitar suspensões por agendamento inadequado.

Da Tabela 4 tem-se que problemas relacionados à material é a quarta maior causa de suspensão, correspondendo à 5,6% das suspensões. Durante visita ao hospital, foi relatado que as marcações da ortopedia e vascular são feitas no dia anterior à cirurgia com isso a cotação, solicitação e a entrega do OPME pelo fornecedor (que deve entregar também no dia anterior à cirurgia para que o CME esterilize o material) deve ocorrer em um tempo muito curto e isso potencializa essa causa de suspensão. O ideal seria realizar as marcações com pelo menos com 48h de antecedência, isso para melhorar a cotação e solicitação desses materiais.

Outra observação é em relação à falta de sangue que corresponde à 3,1% das suspensões. Caso não se consiga reservar o sangue solicitado para o procedimento, essa informação deve chegar ao responsável pelo Centro Cirúrgico o mais rápido possível e não somente tomar-se conhecimento durante a visita de realização do check-list, então, sugere-se uma alteração no subprocesso 'Reservar sangue' da Figura 7, conforme Figura 17.

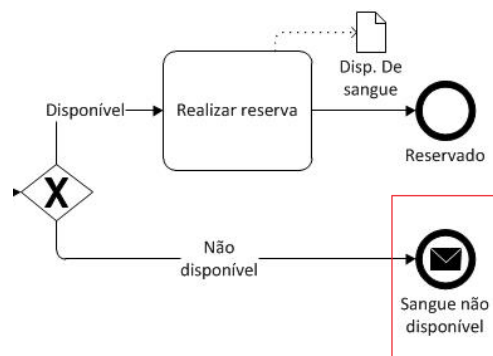


Figura 17 – Sinalização no processo ‘Reservar sangue’. Fonte: Elaboração própria.

Essa comunicação mais rápida permitiria o enfermeiro entrar em contato com o cirurgião para verificar a possibilidade de realizar a cirurgia sem a reserva sanguínea, e se isso não for possível, o cirurgião já indicaria a marcação de outro paciente para que o Centro Cirúrgico não fique ocioso.

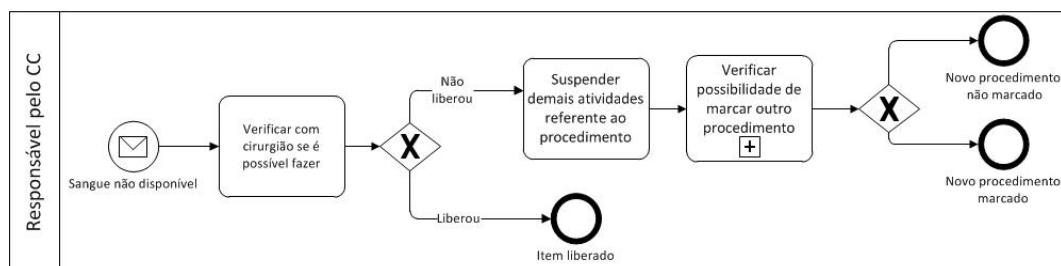


Figura 18 – Verificar possibilidade de marcar outro procedimento devido à falta de sangue. Fonte: Elaboração própria.

Outra sugestão é quanto ao risco cirúrgico, pois muitos pacientes chegam ao dia da cirurgia ainda com pendência referente à realização do mesmo, gerando um motivo de suspensão de cirurgias, como se pode ver na Tabela 4 questões relacionadas à falta de risco cirúrgico correspondem a 1,6% das suspensões.

A recomendação é que o paciente assim que receber a indicação cirúrgica, após a sua internação, já seja encaminhado para realização dos exames necessários para o risco, e que na hora da marcação sejam priorizados os pacientes com risco já feito (Figura 19), assim como na hora da realização dos exames priorizar os pacientes mais graves e com maior tempo de internação.



## 1.1 - Realizar Triage de Pacientes

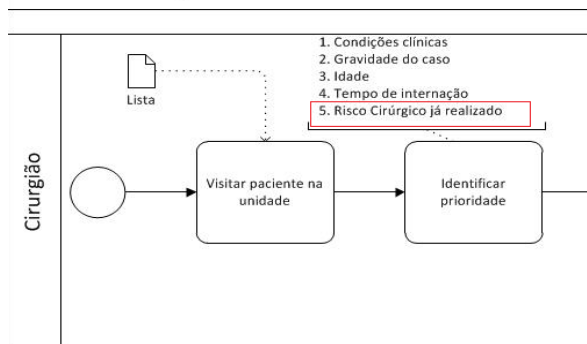


Figura 19 – Acréscimo do risco como prioridade de marcação. Fonte: Elaboração própria.

Ainda em relação ao risco cirúrgico, quando o mesmo for realizado após a marcação do procedimento e o médico indicar que o paciente não está apto a realizar a cirurgia, a situação deve ser sinalizada o mais rápido possível, como mostrado na Figura 20 (alteração feita no subprocesso ‘Fazer risco cirúrgico’ da Figura 6), essa sugestão é semelhante à sugestão feita para reserva de sangue

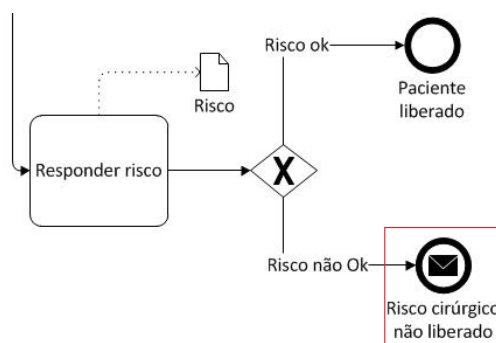


Figura 20 – Sinalização no processo ‘Fazer risco cirúrgico’. Fonte: Elaboração própria.

Essa sinalização deve ser feita para o responsável pelo Centro Cirúrgico no intuito de agendar outro procedimento no lugar, conforme mostra Figura 21 (acrescentada ao fim da Figura 4 apresentada anteriormente). Esse tipo de ação evitaria que o Centro Cirúrgico ficasse com capacidade ociosa e contribuisse para possível piora no indicador de saída de paciente.

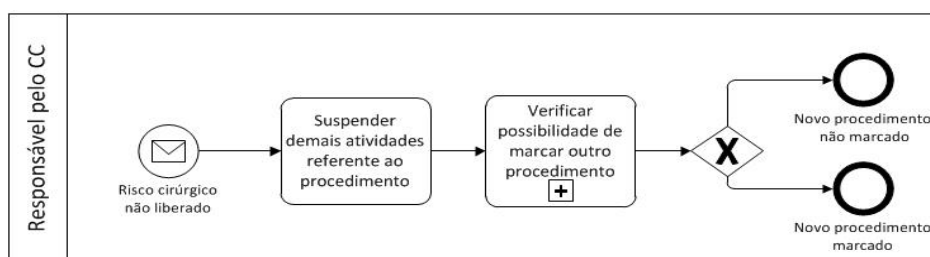


Figura 21 – Verificar possibilidade de marcar outro procedimento devido à resposta negativa ao risco. Fonte: Elaboração própria.

Em relação à visita pré-anestésica, a mesma somente é realizada após a marcação das cirurgias e confecção do mapa. Porém, essa visita poderia ser

realizada antes da marcação das cirurgias, já que nela é indicada a necessidade de UTI de cada paciente após o procedimento, e como vaga de UTI é um recurso crítico do hospital e principal causa de suspensões de cirurgia, saber a necessidade de vagas antes da marcação é muito importante.

Então, sugere-se que a visita do anestesta para indicação da necessidade de UTI seja feita antes da marcação e que a informação dessa visita fosse usada na triagem dos pacientes, Figura 22. Durante uma entrevista não estruturada, foi a própria Coordenadora de Enfermagem que levantou a possibilidade de a visita pré-anestésica ocorrer antes.

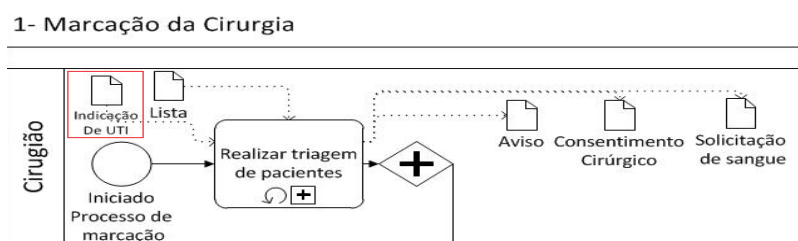


Figura 22 – Indicação de UTI já na triagem dos pacientes. Fonte: Elaboração própria

Além disso, para que as marcações sejam feitas mais alinhadas com a capacidade de atendimento da UTI sugere-se que os cirurgiões e/ou anestestistas façam uma indicação do tempo de permanência dos pacientes nessa unidade. Com isso, é possível aumentar a previsibilidade em relação às altas de UTI e ao fazer as marcações essas estarão mais de acordo com a disponibilidade de vaga.

O cirurgião e o anestesta ao passarem a visita são responsáveis por recolher a assinatura no consentimento cirúrgico e anestésico, respectivamente. Quando a assinatura ficar pendente, sugere-se que ocorra a notificação antes da realização do check-list, assim o responsável da unidade ou o enfermeiro do Centro Cirúrgico já poderá entrar em contato com a assistência social para solicitar à família do paciente a presença de um acompanhante o quanto antes para assinatura.

Para finalizar as considerações em relação às observações dos processos durante as visitas e a modelagem, um ponto relevante é sobre o estabelecimento da ordem dos procedimentos. Atualmente, o enfermeiro do Centro Cirúrgico entra em contato com o cirurgião no fim do dia para estabelecer a ordem dos pacientes que irão ser operados no próximo dia, como se pode ver no fluxograma do subprocesso ‘Verificar ordem com cirurgião’ mostrado na Figura 9.

No entanto, nem sempre o enfermeiro consegue entrar em contato com o cirurgião e quando consegue nem sempre o cirurgião estabelece uma ordem.

Quando a ordem é estabelecida é apenas a ordem de busca do paciente na unidade e admissão no Centro Cirúrgico, não significando que os procedimentos serão realizados naquela mesma ordem. Pois como já citado anteriormente, mesmo estabelecendo a ordem de admissão, muitas vezes o cirurgião decide não respeitar essa ordem.

Essa situação não impacta tanto as atividades do Centro Cirúrgico, pois o mesmo funciona diariamente com certa folga na programação, até porque os processos de escolha dos pacientes, distribuição da sala, entre outros, são realizados de forma mais subjetiva. Todavia caso a marcação seja feita levando em consideração a capacidade total diária, a política de sequenciamento é de extrema importância para que não haja desperdício de tempo entre um paciente e outro.

Se for adotada uma forma otimizada de sequenciamento, a cada dia já será pré-determinado a ordem e o horário, pelo menos aproximado, de cada procedimento, assim será possível conhecer a ordem de preparação das salas, admissão do paciente, preparação dos carrinhos de medicamentos, entre outros, simplificando e melhorando o processo.

Dessa forma, sugere-se adotar uma forma otimizada de sequenciamento dos procedimentos que leve em consideração a política de divisão de salas do hospital, assim como a escala dos cirurgiões em cada dia, além de considerar os recursos externos ao Centro Cirúrgico como as vagas de UTI. Assim, o subprocesso ‘Verificar ordem com cirurgião’ seria substituído pelo subprocesso ‘Estabelecer ordem para dia seguinte’, como mostrado na Figura 23.

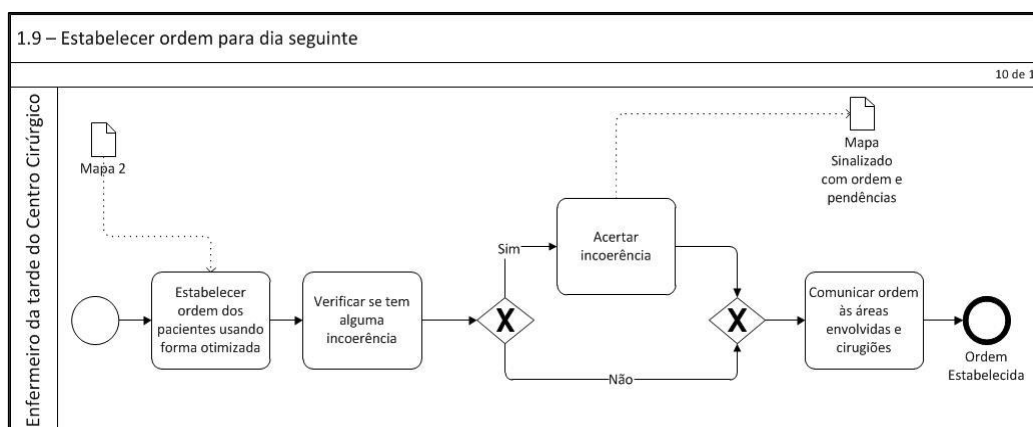


Figura 23 – Subprocesso ‘Estabelecer ordem para dia seguinte’. Fonte: Elaboração própria

O fluxograma dos processos para o dia da cirurgia iria sofrer algumas simplificações, já que durante o dia de realização do procedimento várias vezes a questão de estabelecimento de ordem de procedimento é retomada. Assim, os

subprocessos ‘Verificar ordem’ (Figura 11), ‘Estabelecer ordem para procedimento’ (Figura 14) e ‘Definir sala’ (Figura 15) poderão ser eliminados, pois com a ordem já estabelecida não seria mais realizada a verificação da ordem no dia da cirurgia e também a sala já estaria definida.

Para desenvolvimento de uma forma mais otimizada de sequenciamento, assim como para um método mais sistemático de escolha dos pacientes a serem marcados como citado no início dessa seção, sugere-se que seja desenvolvido um modelo de otimização matemático. Para definição do melhor sequenciamento também pode ser adotado um modelo de simulação. Essas alternativas estão indicadas na conclusão como sugestões de trabalhos futuros e exigiriam a utilização de um *software* especializado.

As propostas de alterações no processo apresentadas nessa seção podem ser resumidas da seguinte forma:

- Escolha dos pacientes para marcação de forma mais otimizada;
- Realizar marcações com mais antecedência, de pelo menos 48h;
- Sinalizar de forma mais rápida caso o sangue não seja reservado;
- Encaminhar paciente para realização do risco cirúrgico logo após indicação cirúrgica;
- Priorizar na marcação pacientes com o risco cirúrgico já realizado;
- Sinalizar de forma mais rápida caso o risco não seja liberado;
- Verificar possibilidade de marcar outro procedimento caso haja pendência de risco e reserva sanguínea já detectados no dia da marcação;
- Realizar visita para indicação de UTI antes da marcação das cirurgias;
- Adotar uma forma otimizada de sequenciamento dos procedimentos.

Todas as modificações ocorridas no processo podem ser vistas integralmente no Apêndice IV.

## 6 Simulação de Monte Carlo

Como mostrado na seção 5.2, a falta de vaga de UTI é a principal causa de suspensão de cirurgias no hospital, correspondendo a 56,4% do total de suspensões. Por isso, o objetivo desse capítulo é fazer uma análise detalhada dos dados referentes à utilização da UTI e do agendamento das cirurgias que precisam de vagas de UTI para, assim, entender a raiz do problema referente à suspensão de cirurgias por esse motivo. Também foi realizada uma análise das marcações com utilização de UTI por meio da Simulação de Monte Carlo, a fim de fornecer parâmetros para tomadas de decisão em relação ao processo de marcação das cirurgias visando o melhor uso das vagas de UTI, no Apêndice V é descrito sucintamente no que consiste a Simulação de Monte Carlo e em que essa se baseia.

### 6.1 Análise dos dados referentes à UTI

Do total de cirurgias por especialidade (Tabela 5) é possível verificar quantas utilizaram vagas de UTI após o procedimento. Vê-se que a ortopedia, apesar do maior número de cirurgias realizadas, é a que menos demanda vagas de UTI, já a neurologia realiza o menor número de cirurgias, porém devido à natureza dos procedimentos e da complexidade dos mesmos é a que mais precisa de vagas de UTI.

Tabela 5 – Proporção de uso de UTI por especialidade. Fonte: Elaboração própria.

Especialidade	Cirurgias que precisaram de UTI	Total de cirurgias	Proporção
Neurologia	329	641	51%
Ortopedia	205	1319	16%
Vascular	308	1054	29%

Ainda em relação à UTI, tem-se que, em média, foram utilizadas 3,3 vagas por dia no ano de 2014 após os procedimentos do Centro Cirúrgico. Os dados referentes às vagas utilizadas em relação ao total por cada dia da semana, assim como a média de cada dia podem ser vistos na Tabela 6.

Tabela 6 – Proporção de uso de UTI e média de uso por dia da semana. Fonte: Elaboração própria.

	<b>Cirurgias que precisaram de UTI</b>	<b>Total de cirurgias</b>	<b>Proporção</b>	<b>Média de pacientes que precisaram de UTI</b>
Segunda	216	615	35%	4,00
Terça	163	627	26%	3,20
Quarta	170	653	26%	3,27
Quinta	152	521	29%	3,17
Sexta	144	655	22%	2,67

O número médio de vagas de UTI utilizadas na segunda é maior, pois segundo a coordenadora da UTI na segunda ocorrem mais altas. Como nos fins de semana não acontecem cirurgias eletivas, há mais vagas liberadas na segunda-feira, para serem utilizadas nos procedimentos do dia. Assim, pode-se concluir que nesse dia é possível agendar mais procedimentos que necessitem de leitos de UTI, com menor risco de suspensão por falta de vaga de UTI.

Das cirurgias cujos pacientes vão para UTI, 60% terminam entre 11h e 15h. Isso porque as cirurgias que precisam de vaga de UTI geralmente não são as primeiras do dia, pois o número de vagas disponíveis é informado em torno de 8h de cada dia.

Quanto aos dados de marcação de cirurgia, tem-se que em média são marcadas 14 cirurgias por dia, enquanto são realizadas 12 cirurgias. Além disso, das marcações para cada dia aproximadamente 50% possuem indicação de UTI. Por dia são marcadas em média 7 procedimentos com indicação de UTI, porém o número médio de alta por dia da UTI é 4, sendo que nem todas as vagas são dedicadas aos procedimentos cirúrgicos, pois podem existir casos na emergência aguardando vagas de UTI e agravamentos de caso nos andares que precisam dessas vagas. Assim em média são utilizadas 3,3 vagas por dia para o Centro Cirúrgico.

Outra observação feita durante o tratamento dos dados é que o maior número de altas já realizadas pela UTI em um dia foi 8, enquanto a média de marcações com indicação de UTI é 7.

Durante a análise dos dados percebeu-se que no dia da cirurgia, dos pacientes marcados que tiveram indicação de UTI, parte não realiza o procedimento por outros motivos, que estão incluídos nas causas de suspensão de cirurgia apresentadas anteriormente, ou seja, causas diferentes da suspensão por falta de vagas de UTI.

Há pacientes que recebem a indicação de UTI, porém no dia da cirurgia realizam o procedimento e não utilizam a vaga, pois pode ocorrer uma reavaliação

dessa necessidade e alguns pacientes são operados com anestesia local, ou a evolução do quadro clínico de um paciente pode dispensar o uso da vaga de UTI.

Com isso, nem todos os pacientes marcados com indicação de UTI, a utilizam, gerando assim a quantidade efetiva de vagas de UTI necessárias para o dia. Esses dados, assim como as altas do período analisado (25 de julho de 2014 a 31 de dezembro de 2014, conforme citado na Metodologia), podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7 – Marcações com indicação de UTI em relação à quantidade efetiva e altas. Fonte: Elaboração própria

	Marcações com indicação de UTI	Não realizou por motivos diversos	Realizou e não usou UTI	Quantidade de vagas necessárias	Quantidade de altas na UTI	Suspensões por falta de vaga de UTI
Total	829	122	188	519	426	161
Média diária	7,47	1,27	2,24	6,18	3,87	2,52
Máximo	18	4	6	10	8	8

Na política atual do hospital, as cirurgias com indicação de UTI são marcadas sem se ter uma previsibilidade das altas para o dia. Como consequência, tende-se a fazer mais marcações com indicação de UTI do que a capacidade de atendimento, acarretando em um alto índice de suspensões por falta de vaga de UTI.

## 6.2

### Preparação dos dados e experimentos para simulação

Foi realizada uma Simulação de Monte Carlo com o intuito de sugerir uma melhor política de marcação para as cirurgias do hospital, pois se percebe que ocorre uma dissociação entre as cirurgias marcadas com indicação de UTI e a média histórica de altas nessa unidade do hospital por dia.

Com a simulação, procura-se encontrar parâmetros para uma tomada de decisão mais bem fundamentada em relação à quantidade de marcações com indicação de UTI por dia. Buscar-se-á uma solução que considere o *trade off* entre suspensões de cirurgia e vagas ociosas de UTI. Um número muito grande de marcações de UTI por dia implica num alto índice de suspensão de cirurgias, porém caso uma quantidade reduzida de marcações ocorra, pode causar vagas ociosas de UTI.

Para realizar a simulação, a partir da base histórica dos dados foi calculada por dia a porcentagem dos pacientes que não realizaram a cirurgia em relação às marcações com indicação de UTI e a porcentagem dos pacientes que realizaram o procedimento e não utilizaram a vaga, também em relação às marcações com indicação de UTI, conforme exemplo apresentado na Tabela 8.

Esta análise foi feita para o período de 25 de julho a 31 de dezembro de 2014, pois conforme citado na Metodologia as causas de suspensão só foram disponibilizadas para esse período.

Tabela 8 – Exemplo do cálculo da porcentagem. Fonte: Elaboração própria

Dia	Marcações com indicação de UTI (n°)	Não realizou por motivos diversos (n°/ %)	Realizou e não usou UTI (n°/ %)
25/07/2014	8	2 25,00%	0 0,00%
28/07/2014	11	1 9,09%	3 27,27%
29/07/2014	7	1 14,29%	0 0,00%
30/07/2014	8	0 0,00%	1 12,50%
31/07/2014	8	0 0,00%	2 25,00%
01/08/2014	18	3 16,67%	5 27,78%
04/08/2014	11	3 27,27%	2 18,18%
05/08/2014	9	0 0,00%	4 44,44%
06/08/2014	8	1 12,50%	4 50,00%
07/08/2014	8	1 12,50%	4 50,00%

Após isso, determinou-se a distribuição dessas duas séries de dados, assim como a distribuição da série de dados referente às altas diárias na UTI. O *software* @RISK 6 for Excel Launcher foi utilizado para determinar as distribuições de probabilidade.

Na Figura 24, vê-se o histograma e as estatísticas referentes à base histórica das marcações com indicação de UTI que não realizaram o procedimento por motivos diversos. Percebe-se que para os dados coletados, a distribuição mais adequada encontrada pelo *software* @Risk 6 foi a distribuição Exponencial e que em média 14,5% das marcações com indicação de UTI não realizam o procedimento no dia agendado por motivos que diferem da falta de vaga de UTI.

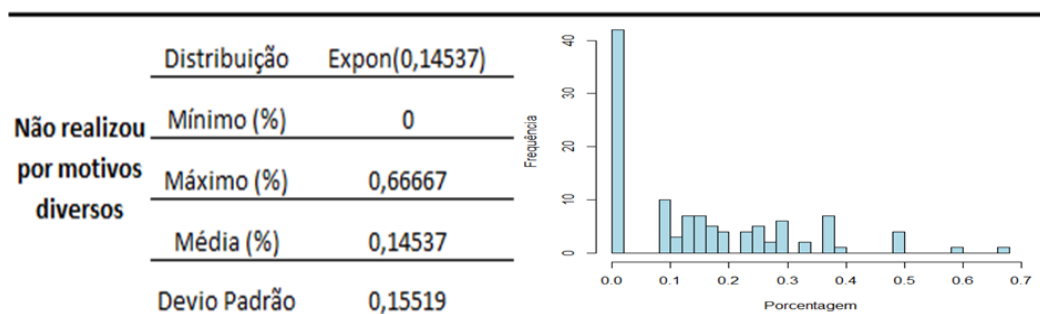


Figura 24 – Histograma e estatísticas da série de dados das marcações com indicação de UTI que não realizaram a cirurgia. Fonte: Elaboração própria.

De modo semelhante, na Figura 25 pode-se ver as estatísticas referentes à base histórica das marcações com indicação de UTI que realizaram o procedimento,



mas não utilizaram a vaga de UTI. Nota-se que a melhor distribuição encontrada foi uma Triangular e que em média 21,5% das marcações com indicação de UTI realizam o procedimento no dia agendado e não precisam utilizar vagas de UTI.

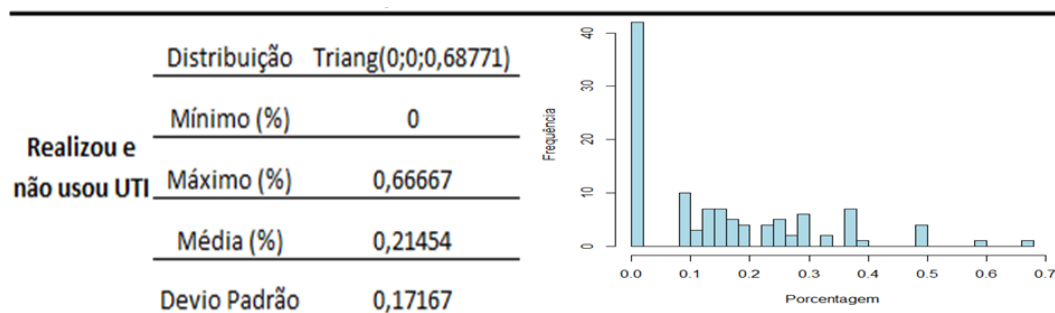


Figura 25 – Histograma e estatísticas da série de dados das marcações com indicação de UTI que não utilizaram UTI. Fonte: Elaboração própria.

Em relação às altas, vê-se na Figura 26 que para os dados analisados a distribuição que mais se assemelha é uma Binomial.

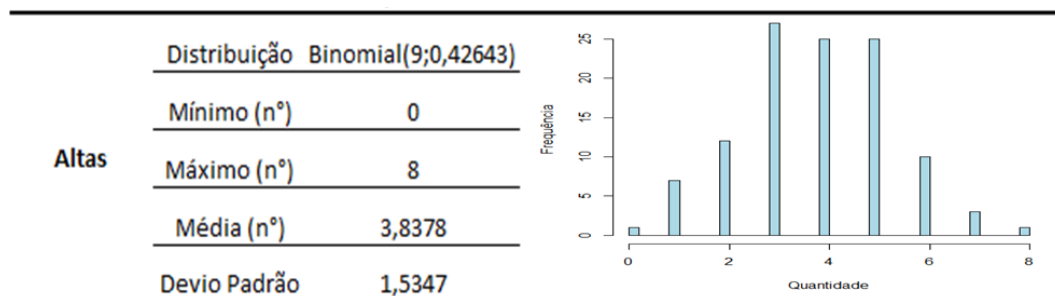


Figura 26 – Histograma e estatísticas da série de dados das altas da UTI. Fonte: Elaboração própria.

Após determinar as distribuições referentes a cada série de dados citada, foram preparados os experimentos a serem simulados. Foram executados 10 experimentos, cada um deles fixando a quantidade de marcação com indicação de UTI, variando de 3 a 12 por dia. Na série de dados do hospital foram observados alguns dias onde havia 2, 13 e 18 marcações com indicações de UTI, porém essas quantidades aparecem uma única vez e por isso foram desconsideradas na análise. Na Figura 27 é descrita a lógica dos experimentos.

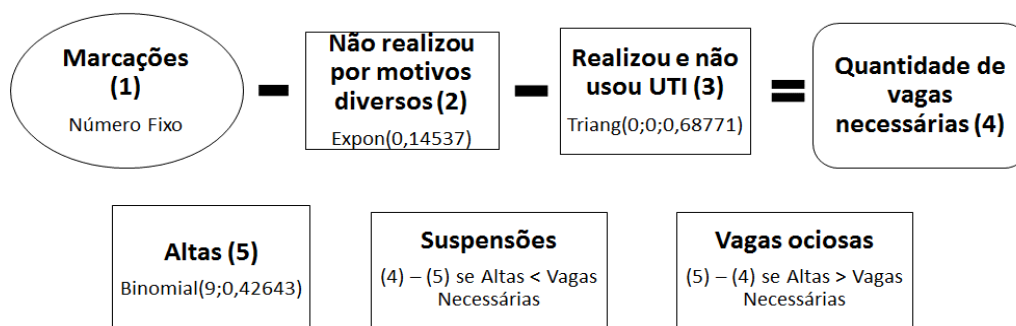


Figura 27 – Lógica dos experimentos usados para simulação. Fonte: Elaboração própria.

Um experimento equivale à análise de um número fixo de marcações de cirurgias que necessitam de UTI por dia (3 a 12 marcações). Para cada experimento foram feitas 10000 iterações no *software* @RISK 6 for Excel Launcher.

Em cada experimento o número de marcações permanece fixo, o *software* a partir das distribuições indicadas nas Figura 24 a 26 gera a quantidade de pacientes que não realizaram a cirurgia por motivo diversos e a quantidade que realizou e não utilizou UTI, que são descontadas do número de marcação testado, gerando como *output* a quantidade de vagas necessárias, conforme parcelas 1 a 4 da Figura 27.

O *software* também, por meio da distribuição indicada, gera a quantidade de altas e daí calcula-se se houve suspensão ou se alguma vaga de UTI ficou ociosa, que são os outros *outputs* da simulação, como indicado na Figura 27.

### 6.3

#### Análise dos resultados da simulação

Após rodar a simulação (10.000 iterações para cada um dos 10 experimentos) foram gerados os histogramas e as estatísticas a fim de analisar o comportamento do número de suspensão e de vagas ociosas para cada número de marcações testado.

Na Tabela 9 pode ser visto o exemplo das estatísticas geradas para os *outputs* da simulação para 4 e 5 marcações com indicação de UTI, nas Figuras 28 e 29 o exemplo de histograma desses experimentos e em seguida a análise desses dados. Os histogramas dos *outputs* para os demais números de marcações assim como as estatísticas para esses experimentos podem ser visualizados no Apêndice VI.

Tabela 9 – Estatísticas dos experimentos da simulação para 4 e 5 marcações. Fonte: Elaboração própria

		Min	Média	Max	5%	95%
4 marcações	Quantidade necessária	2,4	3,6	4,0	3,2	3,9
	Suspensões	0,0	0,5	3,9	0,0	2,2
	Vagas Ociosas	0,0	0,7	5,7	0,0	2,6
5 marcações	Quantidade necessária	3,3	4,6	5,0	4,2	4,9
	Suspensões	0,0	1,1	5,0	0,0	3,2
	Vagas Ociosas	0,0	0,3	4,4	0,0	1,6

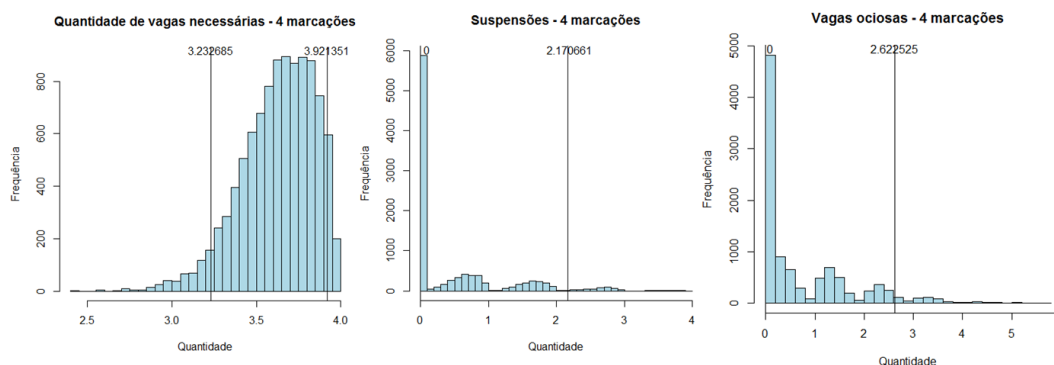


Figura 28 – Histogramas para 4 marcações. Fonte: Elaboração própria.

Pela Figura 28 percebe-se que para 4 marcações com indicação de UTI, 90% das vezes a quantidade necessária de vagas de UTI encontra-se entre 3,2 e 3,9, sendo necessárias em média 3,6 vagas por dia. Em relação à suspensão, tem-se que em média 0,5 cirurgias são canceladas, sendo que em 95% não se tem mais de 2,2 suspensões por dia. Já em relação às vagas ociosas percebe-se que uma média de 0,7 vagas não são aproveitadas e 90% das vezes esse número está entre 0 e 2,6.

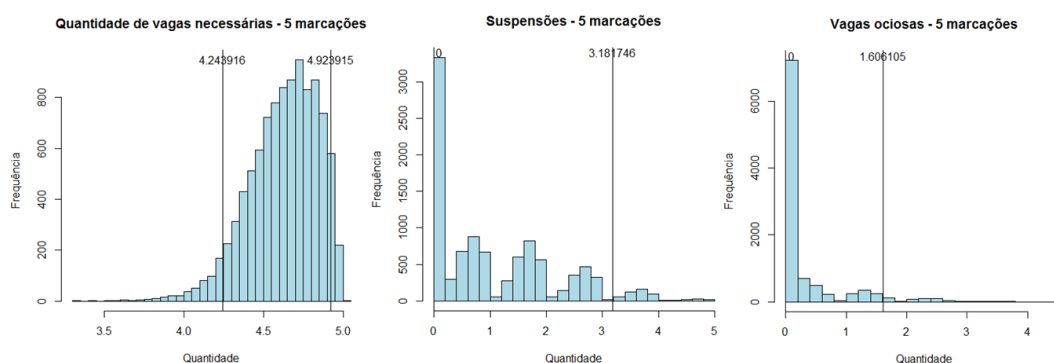


Figura 29 – Histogramas para 5 marcações. Fonte: Elaboração própria.

Em relação a 5 marcações com indicação de UTI, Figura 29, verifica-se que em média são necessárias 4,6 vagas por dia e percebe-se que 90% das vezes a quantidade de vagas necessárias está entre 4,2 e 4,9. Tem-se uma média de suspensão de 1,1 procedimentos ao dia enquanto, percebe-se que a média de vagas ociosas é de 0,3 com um pico de 4,4 vagas não aproveitadas e 4,9 cirurgias suspensas. Para número de suspensão vê-se que em 95% dos casos esse número foi menor que 3,2 e para vagas ociosas menor que 1,6.

Comparando os resultados para 4 e 5 marcações com indicação de UTI por dia e analisando os histogramas, onde é mais fácil visualizar, percebe-se que à medida que se aumenta o número de marcações, ocorre uma redução no número de vagas ociosas, 58,7% de 4 para 5 marcações, e um aumento no número de suspensões, 114,8% de 4 para 5 marcações enquanto a necessidade efetiva de vagas aumentou em uma.

Para uma melhor comparação entre as quantidades simuladas de marcações com indicações de UTI, foi feito um gráfico usando as médias de suspensões para cada marcação e outro usando as médias de vagas ociosas. Esses gráficos podem ser vistos nas Figuras 30 e 31.

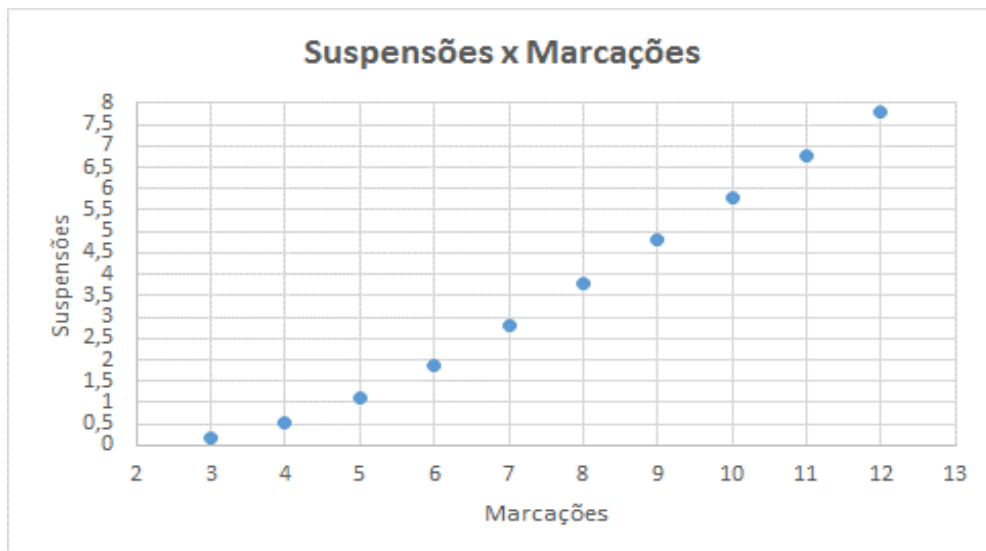


Figura 30 – Gráfico de suspensões x marcações. Fonte: Elaboração própria.

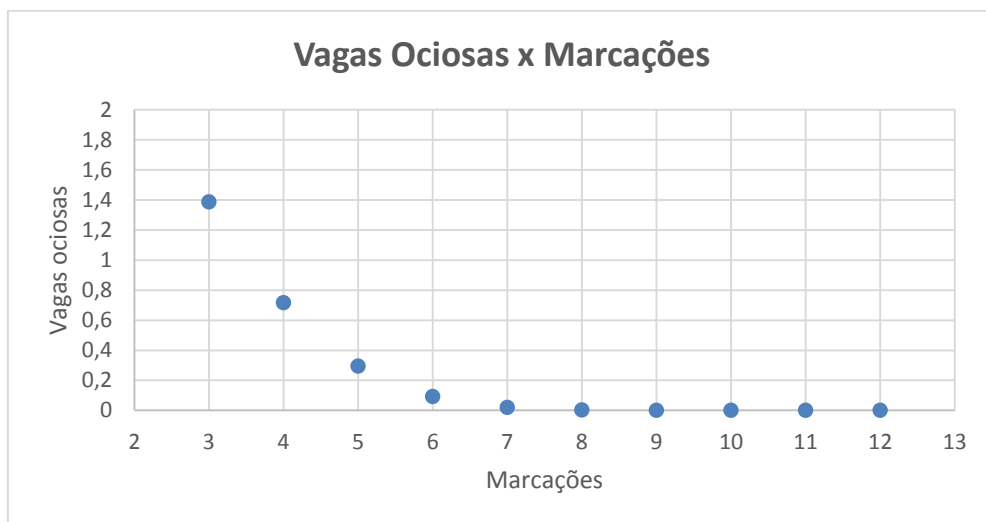


Figura 31 – Gráfico de vagas ociosas x marcações. Fonte: Elaboração própria.

Percebe-se, pela Figura 31, que entre 3 e 6 marcações as variações são mais acentuadas para número de vagas ociosas. Para número de suspensões percebe-se o contrário, ou seja, a partir de 6 marcações a variação é maior (Figura 30). A partir de 7 marcações, o número médio de suspensões passa a aumentar de 1 para cada marcação acrescida, com isso o número médio de vagas ociosas é 0, ou seja, passa a acontecer uma suspensão para cada incremento no número de marcações, consequentemente nenhuma ocorrência de vagas ociosas.

Como citado anteriormente, existe um *trade off* entre suspensões de cirurgia e vagas ociosas, conforme evidenciado nas Figuras 30 e 31. Para facilitar a comparação desses dois aspectos, foi criada na Figura 32 a relação entre as suspensões e vagas ociosas, cada ponto representa a média encontrada para esses dois índices nos experimentos para cada número de marcação simulado.



Figura 32 – Gráfico de vagas ociosas e suspensões por marcação. Fonte: Elaboração própria.

Na medida em que o número de vagas ociosas diminui, o número de suspensões aumenta, ou seja, são inversamente proporcionais.

No Quadro 4 é mostrado a análise de cada número de marcação para se justificar a escolha da melhor quantidade de cirurgias marcadas com indicação de UTI por dia, considerando ociosidade, suspensão e pacientes atendidos.

Quadro 5 – Análise das marcações. Fonte: Elaboração própria

Marcação	Ociosidade	Suspensão	Quantidade atendida	Comentário
3	1,4	0,2	2,5	Descartada pela alta ociosidade
4	0,7	0,5	3,1	Descartada pela alta ociosidade
5	0,3	1,1	3,5	Ociosidade e quantidade atendida pior que 6
6	0,1	1,9	3,7	Ociosidade baixa e boa quantidade atendida
7-12	0,0	2,8 - 7,8	3,8	Descartadas pela alta suspensão

Verifica-se que a quantidade atendida fica em torno de 3, porém sabe-se que ao se marcar 3 ou 4 cirurgias com indicação de UTI por dia a chance de ocorrência de vagas ociosas é maior, isso seria uma alternativa ruim tendo-se em vista ser esse um recurso crítico.

Por isso, como visto no Quadro 4, sugere-se fazer 6 marcações com indicação de UTI, pois a partir desse número a quantidade de pacientes atendidos não varia e

com 6 marcações tem-se uma ociosidade praticamente nula. Em relação a 5 marcações, vê-se que a chance de ociosidade é maior do que para 6 marcações, por ser um recurso crítico pode-se preferir suspender 2 cirurgias ao se marcar 6 procedimentos com indicação de UTI do que perder 0,3 vagas de UTI ao se marcar 5 cirurgias.

Levando em consideração os objetivos do hospital e ficando a critério do tomador de decisão, se o aspecto de evitar suspensão for mais preponderante, deve-se priorizar 5 cirurgias marcadas com indicação de UTI e se for mais importante evitar a ociosidade na UTI deve-se priorizar 6 marcações.

Vale ressaltar que esse número de marcação sugerido considera as três especialidades, ou seja, é um número geral de marcação de cirurgias com indicação de UTI por dia e deve ser distribuído entre as três especialidades de acordo com as prioridades para distribuição de vagas de UTI que está especificada no Apêndice II na descrição do processo 'Verificar vagas de UTI' (Figura 47).

Assim, percebendo que não é viável marcar mais de 6 cirurgias com indicação de UTI por dia é importante que o hospital substitua as cirurgias que eram marcadas com indicação de UTI por outras que não tenham indicação de UTI, pois como citado anteriormente a média de marcação diária de cirurgias com indicação de UTI atualmente é de 7 cirurgias.

A sugestão, então, é passar a marcar mais cirurgias sem indicação de UTI por dia, pois se sabe da limitação da capacidade de atendimento da UTI, dessa forma, a capacidade do Centro Cirúrgico seria mais bem aproveitada e o número de suspensão por falta de UTI diminuiria, pois as marcações das cirurgias com indicação de UTI estaria de acordo com a capacidade de atendimento dessa unidade.

## 7

### Considerações finais

Essa dissertação teve como objetivo entender o planejamento de cirurgias em um hospital público, compreendendo as atividades desenvolvidas no decorrer do processo de planejamento e programação das cirurgias e identificando oportunidades de melhorias, para assim propor alterações no processo atual e fornecer parâmetros para tomadas de decisão mais bem estruturadas em relação ao processo de marcação das cirurgias, melhorando o uso das vagas de UTI e reduzindo o índice de suspensões.

Mostrou-se que a principal característica dos processos de planejamento e programação de cirurgia é a dificuldade de coordenação das várias atividades em um ambiente incerto. Essa dificuldade quando associada à tomadas de decisão mal estruturadas potencializam os problemas encontrados.

Foram apresentadas propostas de alterações no processo de um hospital público brasileiro que visam à minimização da suspensão de cirurgias além do melhor aproveitamento da capacidade do Centro Cirúrgico.

Foi identificado durante o estudo que o fluxo de altas no hospital estudado é o fator mais importante para o mesmo, pois o indicador utilizado para repasse de verba pela Secretária de Estado da Saúde é o número de saída de pacientes. Esse indicador está diretamente relacionado com as suspensões de cirurgia, pois como visto 77,5% das internações do hospital passaram por procedimentos cirúrgicos. Dessa forma, quanto mais suspensões ocorrem, o tempo de espera dos pacientes aumenta, impossibilitando que o hospital atenda mais pacientes em um mesmo período de tempo.

Viu-se que a grande causa das suspensões é a falta de vaga de UTI, principalmente devido à dissociação entre as marcações com indicação de UTI por dia e a média de altas nessa unidade, com isso faz-se marcações além da capacidade de atendimento dessa unidade.

Assim, por meio da Simulação de Monte Carlo pode-se perceber que não é viável marcar mais de 6 cirurgias com indicação de UTI por dia, sendo sugerido marcar entre 5 e 6 cirurgias com indicação de UTI, ficando a critério do tomador de decisão o melhor número para o cenário de internações do hospital no momento.

Com isso, o hospital pode substituir as cirurgias que eram marcadas com indicação de UTI acima desse número por cirurgias que não tenham indicação de UTI, aproveitando melhor a capacidade do Centro Cirúrgico.

Vê-se que uma alternativa ao hospital seria a maximização do número de cirurgias realizadas por dia, por meio de uma escolha mais sistematizada dos pacientes a serem marcados, levando em conta a capacidade do Centro Cirúrgico, duração dos procedimentos, prioridade e tempo de espera do paciente e ao considerar as indicações de UTI já na escolha do paciente para marcação.

As propostas de alterações no processo assim como a sugestão em relação à marcação de cirurgias com indicação de UTI foram apresentadas à direção do hospital e aos responsáveis pelas áreas envolvidas onde esses concordaram com os resultados, confirmando que os mesmos são factíveis. Relataram ainda, que as propostas vão ser melhor estudadas com as demais áreas do hospital para serem colocadas em prática no decorrer do ano de 2015 e 2016. Para as alterações propostas serem colocadas em práticas serão necessárias mudanças de hábitos e cultura dos colaboradores e para minimizar os impactos as lideranças e equipes envolvidas devem ser preparadas como condutores desse processo, porém essa questão está fora do escopo deste trabalho.

Vale destacar que a dissertação buscou integralmente soluções práticas completamente voltada para as necessidades do hospital estudado, enquanto a maioria das pesquisas na área de saúde possuem foco estritamente teórico e ainda muitos modelos e soluções propostos são testados apenas com dados fictícios, isto é, não usam dados de um hospital ou de uma organização de saúde real.

## 7.1

### **Sugestões para trabalhos futuros**

A principal recomendação é a aplicação das alterações de processo identificadas nesta dissertação ao hospital analisado e a medição dos benefícios obtidos. Além da aplicação prática, recomenda-se vários estudos futuros, como:



- Desenvolver um método mais sistematizado de escolha dos pacientes a serem agendados para cirurgia, considerando as indicações de UTI na marcação conforme indicado nesse estudo;
- Desenvolver um método sistematizado de escolhas dos pacientes do ambulatório que devem ser internados para realização de cirurgias a cada semana. Fazer uma escolha que leve em consideração as necessidades de OPME, sangue, UTI e que o paciente só seja chamado a partir do momento que tudo já estiver preparado para a cirurgia.
- Utilizar simulação de eventos discretos para definir a capacidade do Centro Cirúrgico por dia, de acordo com especialidade e cirurgiões atuantes no dia, divisão das salas de cirurgias e prioridades adotadas pelo hospital, para melhor definir as cirurgias a serem marcadas;
- Testar o melhor sequenciamento de cirurgias para o melhor aproveitamento da capacidade do Centro Cirúrgico, também por meio de simulação;
- Avaliação das propostas de mudança no processo por meio de simulação;
- Proposta de um método de previsão das altas na UTI para maior confiabilidade das marcações realizadas.

## 8 Referências

- ABDELRASOL, Z.Y.; HARRAZ, N.; ELTAWIL, A. **A Proposed Solution Framework for the Operating Room Scheduling Problems**. In: Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science v. 2 WCECS; 2013 October 23-25; San Francisco, USA. San Francisco: Newswood Limited, 2013.
- ADAN, I.; BEKKERS, J.; DELLAERT, N.; JEUNET, J.; VISSERS, J. Improving operational effectiveness of tactical master plans for emergency and elective patients under stochastic demand and capacitated resources. **European Journal of Operational Research**, v. 213, p. 290–308, 2011.
- AGNETIS, A.; COPPI, A.; CORSINI, M.; DELLINO, G.; MELONI, C.; PRANZO, M. Long term evaluation of operating theater planning policies. **Operations Research for Health Care**, v. 1, p. 95–104, 2012.
- AGNETIS, A.; COPPI, A.; CORSINI, M.; DELLINO, G.; MELONI, C.; PRANZO, M. A decomposition approach for the combined master surgical schedule and surgical case assignment problems. **Health Care Management Science**, v. 17, p. 49–59, 2014.
- BENGTTSSON, N.; SHAO, G.; JOHANSSON, B.; LEE, Y.T.; SKOOGH, A.; MCLEAN, C. **Input data management methodology for discrete event simulation**. In: Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference. Austin, TX, USA: WSC, 2009.
- BLAKE, J.T.; CARTER, M.W. Surgical process scheduling: a structured review. **Journal of Health Systems**, v. 5, n. 3, p.17–30, 1997.
- BRESLAWSKI, S.; HAMILTON, D. Operating room scheduling: choosing the best system. **AORN Journal**, v. 53, n. 5, p. 1229-1237, 1991.
- BUTLER, T.W.; KAWAN, K.R.; SWEIGART, J.R. Multi-Level Strategic Evaluation of Hospital Plans and Decisions. **The Journal of the Operational Research Society**, v. 43, n. 7, p. 665-675, 1992.
- CARDOEN, B.; DEMEULEMEESTER, E.; BELIËN, J. Optimizing a multiple objective surgical case sequencing problem. **International Journal of Production Economics**, v. 119, n. 2, p. 354–366, 2009.
- CARDOEN, B.; DEMEULEMEESTER, E.; BELIËN, J. Operating room planning and scheduling: a literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 201, n. 3, p. 921–932, 2010a.
- CARDOEN, B.; DEMEULEMEESTER, E.; BELIËN, J. Operating room planning and scheduling problems: a classification scheme. **International Journal of Health Management and Information**, v.1, n.1, p.71-83, 2010b.
- CHECKLAND, P. Soft Systems Methodology: a thirty year retrospective. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 17, p.S11–S58, 2000.
- DELESIE, L. Bridging the gap between clinicians and health managers. **European Journal of Operational Research**, v. 105, p. 248–256, 1998.
- DENTON, B.; VIAPIANO, J.; VOGL, A. Optimization of surgery sequencing and scheduling decisions under uncertainty. **Health Care Management Science**, v. 10, p. 13–24, 2007.
- DOCTEUR, E.; OXLEY, H. **Health-care systems: lessons from the reform experience**, 2003. Disponível em: <<http://www.oecd.org/els/health-systems/22364122.pdf>> Acesso em: 5 fev. 2015.
- EUROPEAN COMMISSION (Org.). **Special issue on healthcare: Healthy ageing and the future of public healthcare systems**. 2009. EUR 24044 EN. Disponível em:

<[http://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/efmn-special-issue-on-healthcare\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/efmn-special-issue-on-healthcare_en.pdf)>. Acesso em: 7 fev. 2015.

FEI, H.; MESKENS, N.; CHU, C. A planning and scheduling problem for an operating theatre using an open scheduling strategy. **Computers & Industrial Engineering**, v. 58, p. 221–230, 2010.

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

GUERRIERO, F.; GUIDO, R. Operational research in the management of the operating theatre: a survey. **Health Care Management Science**, v. 14, p. 89–114, 2011.

GUINET, A.; CHAABANE, S. Operating theatre planning. **International Journal of Production Economics**, v. 85, n. 1, p. 69–81, 2003.

HANS, E.; WULLINK, G.; VAN HOUDENHOVEN, M.; KAZEMIER, G. Robust surgery loading. **European Journal of Operational Research**, v. 185, p. 1038–1058, 2008.

HANS, E.W.; VAN HOUDENHOVEN, M.; HULSHOF, P.J.H. **A framework for health care planning and control**. Enschede, Overijssel, Holanda, 2011. Memorandum 1938 - Department of Applied Mathematics, University of Twente, 2011.

HARPER, P.R. A framework for operational modelling of hospital resources. **Health Care Management Science**, v. 5, p. 165–173, 2002.

HULSHOF, P.J.H.; KORTBEEK, N.; BOUCHERIE, R.J.; HANS, E.W.; BAKKER, P.J.M. Taxonomic classification of planning decisions in health care: a structured review of the state of the art in OR/MS. **Health Systems**, v. 1, p. 129–175, 2012.

JEBALI, A.; ALOUANE, A.B.H.; LADET, P. Operating rooms scheduling. **International Journal of Production Economics**, v. 99, p. 52–62, 2006.

KHARRAJA, S.; ALBERT, P.; CHAABANE, S. **Block scheduling**: toward a master surgical schedule. In: International Conference on Service Systems and Service Management, 2006.

LIU, Y.; CHU, C.; WANG, K. **Aggregated state dynamic programming for operating theater planning**. In: 6th annual IEEE Conference on Automation Science and Engineering. Toronto, Ontario, Canada, 2010.

MA, G.; DEMEULEMEESTER, E. A multi level integrative approach to hospital case mix and capacity planning. **Computers & Operations Research**, v. 40, p. 2198–2207, 2013.

MARQUES, I.; CAPTIVO, M.E.; PATO, M.V. Analyzing management policies for operating room planning using simulation. **OR Spectrum**, v. 34, p. 407–427, 2012.

M'HALLAH, R.; AL-ROOMI, A.H. The planning and scheduling of operating rooms: a simulation approach. **Computers & Industrial Engineering**, v. 78, p. 235–248, 2014.

MOLINA, J.; FRAMINAN, J. **Testing planning policies for solving the elective case scheduling phase**: a real application. In: Proceedings of the 35th International Conference on Operational Research Applied to Health Services. ORAHS: Leuven, Belgium, 2009.

OECD. **Towards high-performing**: health systems, 2004. OECD Publishing. Disponível em: <<http://www.oecd.org/health/health-systems/31785551.pdf>> Acesso em: 5 fev. 2015.

OECD (Org.). **Health care systems**: Getting more value for money. 2010. OECD Economics Department Policy Notes, No. 2. Disponível em: <<http://www.oecd.org/eco/growth/46508904.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2015.

OECD. **Health at a glance 2013**: OECD Indicators, 2013. OECD Publishing. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1787/health\\_glance-2013-en](http://dx.doi.org/10.1787/health_glance-2013-en)> Acesso em: 6 fev. 2015.

OGULATA, S.; EROL, R. A hierarchical multiple criteria mathematical programming approach for scheduling general surgery operations in large hospitals. **Journal of Medical Systems**, v. 27, n.3, p. 259–270, 2003.

OZKARAHAN, I. Allocation of surgeries to operating rooms by goal programming. **Health Journal of Medical Systems**, v. 24, n. 6, p. 341–378, 2000.

PAOLETTI, X.; MARTY, J. Consequences of running more operating theatres than anaesthetists to staff them: a stochastic simulation study. **British Journal of Anaesthesia**, v. 98, n. 4, p. 462-469, 2007.

PATTERSON, P. What makes a well-oiled scheduling system. **OR Manager**, v. 12, p. 19-23, 1996.

PERSSON, M.J.; PERSSON, J.A. An integer programming approach to elective surgery scheduling: analysis and comparison based on a real case. **Health Care Management Science**, v. 13, p. 182-191, 2010.

PHAM, D.; KLINKERT, A. Surgical case scheduling as generalized job shop scheduling problem. **European Journal of Operational Research**, v. 185, n. 3, p. 1011-1025, 2008.

PROENÇA, I.M. **Planeamento de cirurgias electivas**: abordagens em programação inteira. Lisboa, Portugal, 2010. (Ph.D.). Tese - Universidade de Lisboa, 2011.

RAFALIYA, N.R. **Scheduling elective surgeries in operation room with optimization of post-surgery recovery unit capacity**. Windsor, Ontario, Canada, 2013. (D.Sc.). Tese - University of Windsor, 2013.

RAMOS, V.E. **Analisando BPMN como notação de apoio ao desenvolvimento de software**, 2014. Disponível em: <[http://www.ceavi.udesc.br/arquivos/id\\_submenu/787/vilmar\\_eduardo\\_ramos\\_versao\\_final\\_.pdf](http://www.ceavi.udesc.br/arquivos/id_submenu/787/vilmar_eduardo_ramos_versao_final_.pdf)> Acesso em: 11 de mai. 2015.

SANTIBÁÑEZ, P.; BEGEN, M.; ATKINS, D. Surgical block scheduling in a system of hospitals: an application to resource and wait list management in a British Columbia health authority. **Health Care Management Science**, v. 10, p. 269-282, 2007.

SHAMAYLEH, A.O. **Operating room planning and scheduling**: mathematical models and simulation modeling. Arizona, EUA, 2010. (Ph.D.). Tese - Arizona State University, 2010.

STEINS, K.; PERSSON, F.; HOLMER, M. Increasing utilization in a hospital operating department using simulation modeling. **Simulation**, v. 86, n. 8-9, p. 463-480, 2010.

TÁNFANI, E.; TESTI, A. **Improving surgery department performance via Simulation and Optimization**. In: IEEE Workshop on Health Care Management (WHCM), p. 6. 2010.

TRISOLINI, M.G. Applying business management models in health care. **The International Journal of Health Planning and Management**, v. 17, p. 295-314, 2002.

TULCHINSKY, T.H.; VARAVIKOVA, E.A. Planning and Managing Health Systems. In: TULCHINSKY, T.H.; VARAVIKOVA, E.A. **The New Public Health**: An introduction for the 21st century. San Diego: Academic Press, 2000. Cap. 12. p. 591-622.

VANBERKEL, P.; BLAKE, J. A comprehensive simulation for wait time reduction and capacity planning applied in general surgery. **Health Care Management Science**, v. 10, n. 4, p. 373-385, 2007.

VAN OOSTRUM, J. **Applying mathematical models to surgical patient planning**. Roterdã, Holanda 2009. (Ph.D.). Tese - Erasmus University Rotterdam, 2009.

VAN OOSTRUM, J.; VAN HOUDENHOVEN, M.; HURINK, J.; HANS, E.; WULLINK, G.; KAZEMIER, G. A master surgical scheduling approach for cyclic scheduling in operating room departments. **OR Spectrum**, v. 30, n. 2, p. 355-374, 2008.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 1997. 90p.

WHO – World Health Organization. **Health systems**: improving performance, 2000. Disponível em: <<http://www.who.int/whr/2000/en/>> Acesso em: 5 fev. 2015.

YIN, R.K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZUCCHI, P.; DEL NERO, C.; MALIK, A.M. Gastos em saúde: os fatores que agem na demanda e na oferta dos serviços de saúde. **Saúde e Sociedade**, v. 9, p. 127-150, 2000.

## APÊNDICE I – Processo de marcação da cirurgia

### Solicitar OPME

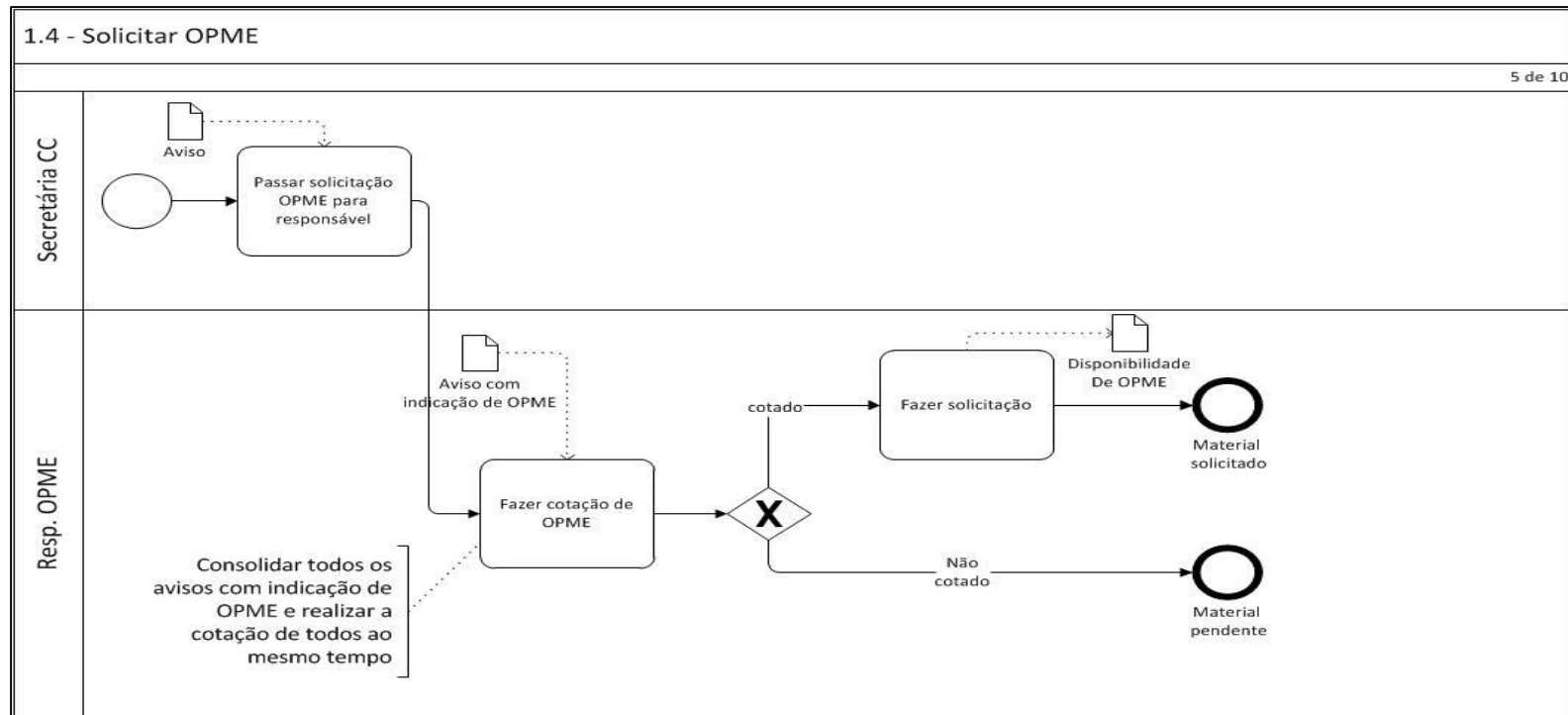


Figura 33 – Solicitar OPME. Fonte: Elaboração própria.

O responsável pela cotação de OPME deve realizá-la e encaminhá-la à secretária do Centro Cirúrgico até às 17h. Ao receber os avisos, o responsável pela OPME deve realizar a cotação e quando o material é cotado deve-se fazer a solicitação desse material para o fornecedor de menor preço. Caso o material não tenha sido cotado por nenhum fornecedor, o material fica pendente.

## Elaborar Mapa

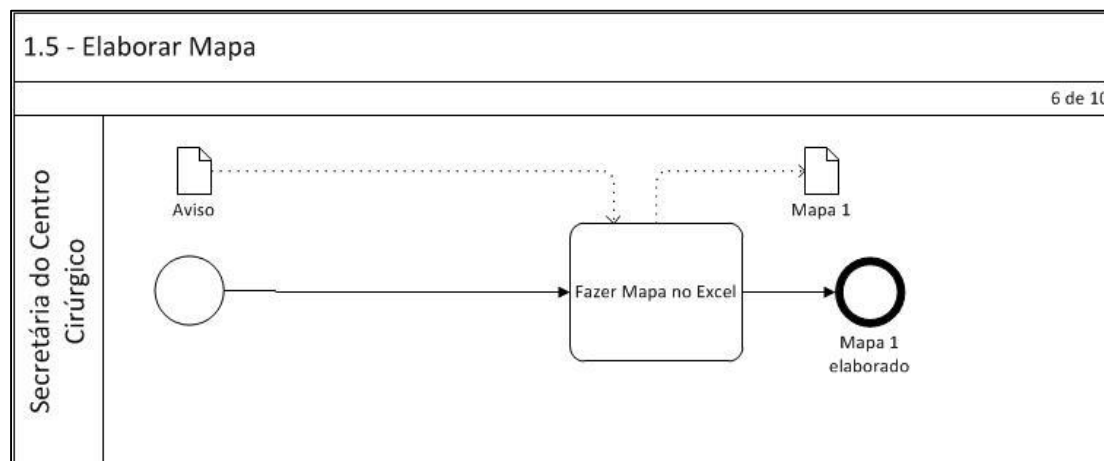


Figura 34 – Elaborar mapa. Fonte: Elaboração própria.

## Preparar Kit

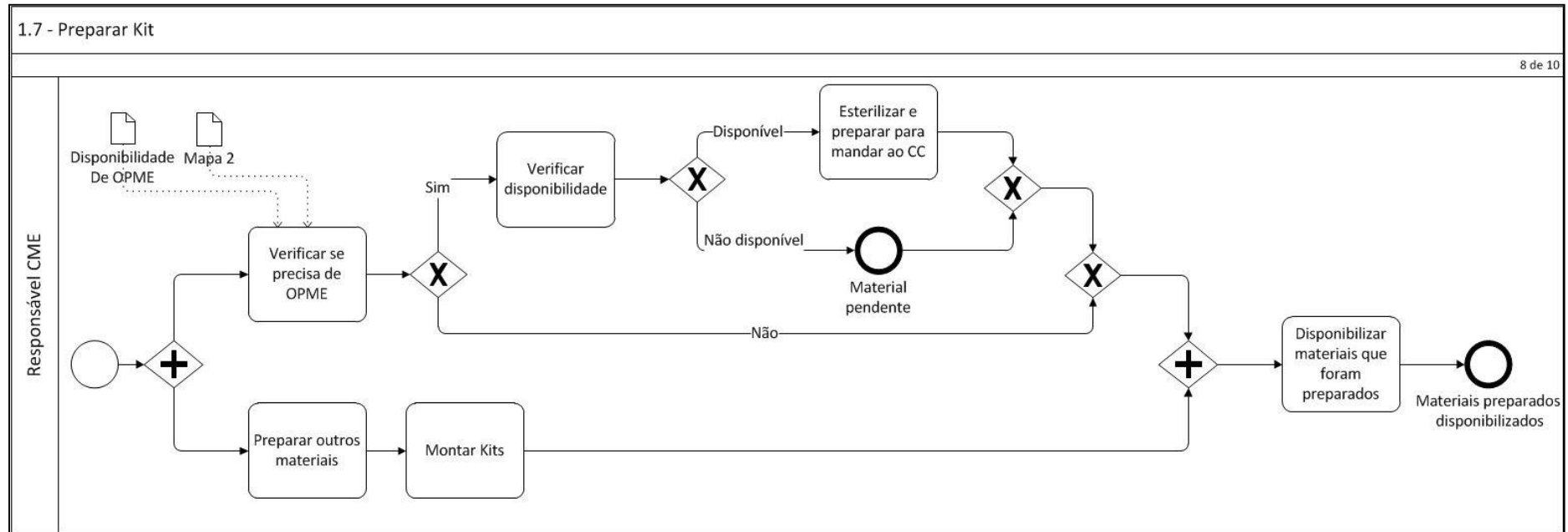


Figura 35— Preparar Kit. Fonte: Elaboração própria.

O responsável pela CME com o mapa e a cotação de OPME em mãos verifica se paciente precisa de OPME. Se sim, verifica se o mesmo foi solicitado e já está disponível no hospital e caso esteja deve esterilizar e preparar o mesmo para ser mandado ao Centro Cirúrgico. Caso não tenha sido solicitado, o material fica pendente. O responsável pela CME, também, prepara todos os outros materiais necessários e disponibiliza todos os materiais preparados para serem buscados no dia da cirurgia.

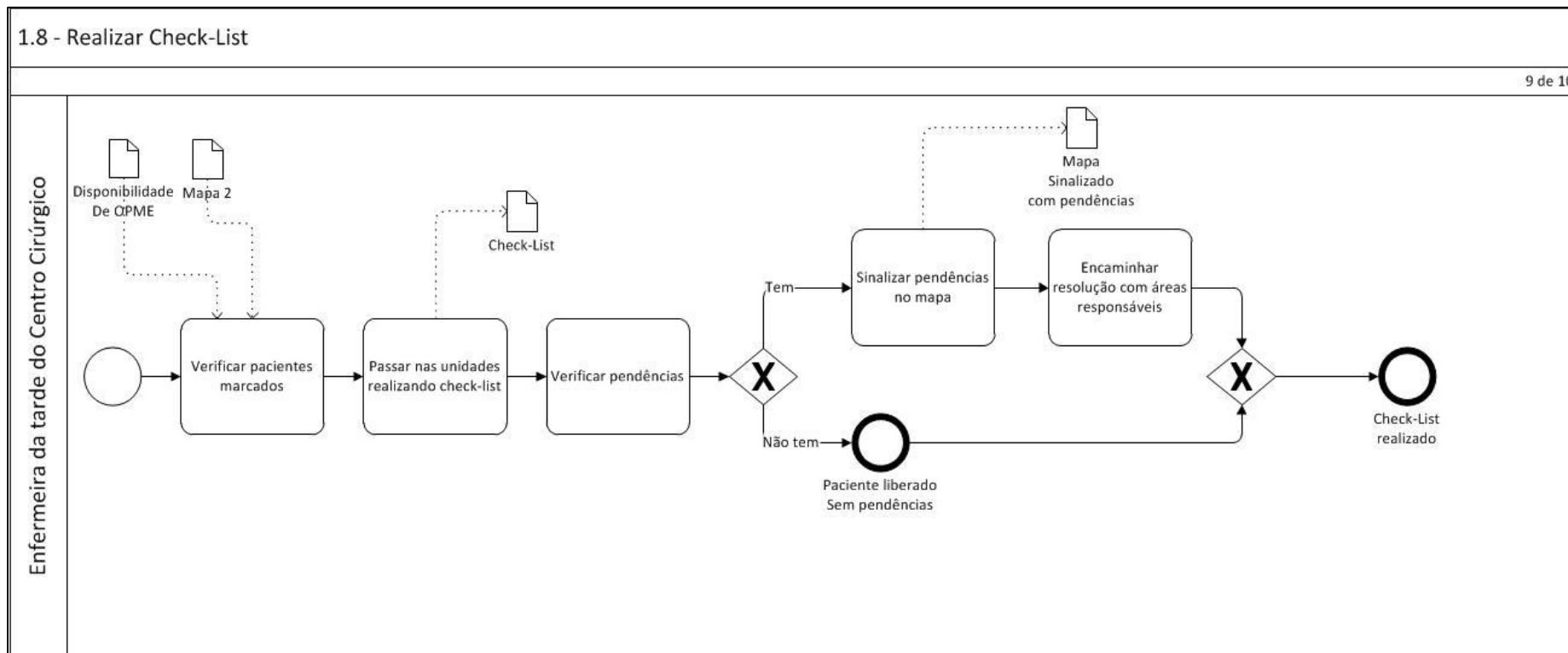
**Realizar Check-List**

Figura 36 – Realizar check-list. Fonte: Elaboração própria.



## APÊNDICE II – Processo para o dia da cirurgia

### Verificar indicações de OPME

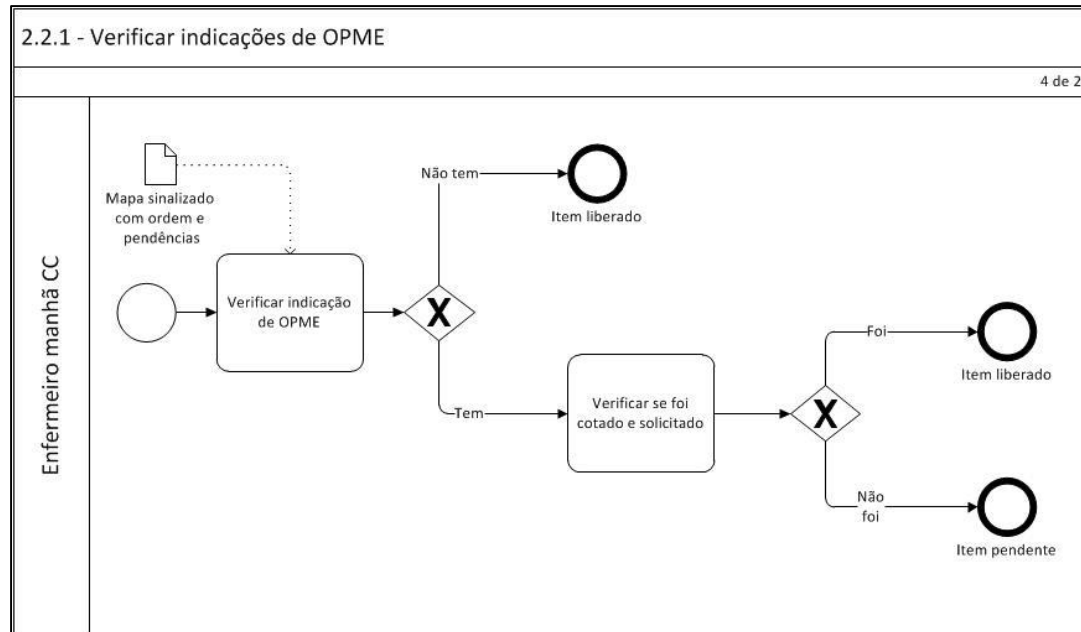


Figura 37 – Verificar indicações de OPME. Fonte: Elaboração própria.

Se o procedimento tiver indicação de OPME, no processo de solicitação de busca de pacientes, deve-se verificar se o mesmo foi cotado e solicitado. Se o material foi cotado ou não precise de material esse item está sem pendência. Se não foi cotado, esse item está pendente e o paciente não pode ser buscado até a resolução dessa pendência. A atividade de solicitação de busca daquele paciente é interrompida e o enfermeiro deve encaminhar a resolução da pendência em questão enquanto solicita a busca de outro paciente.

## Verificar indicações de Sangue

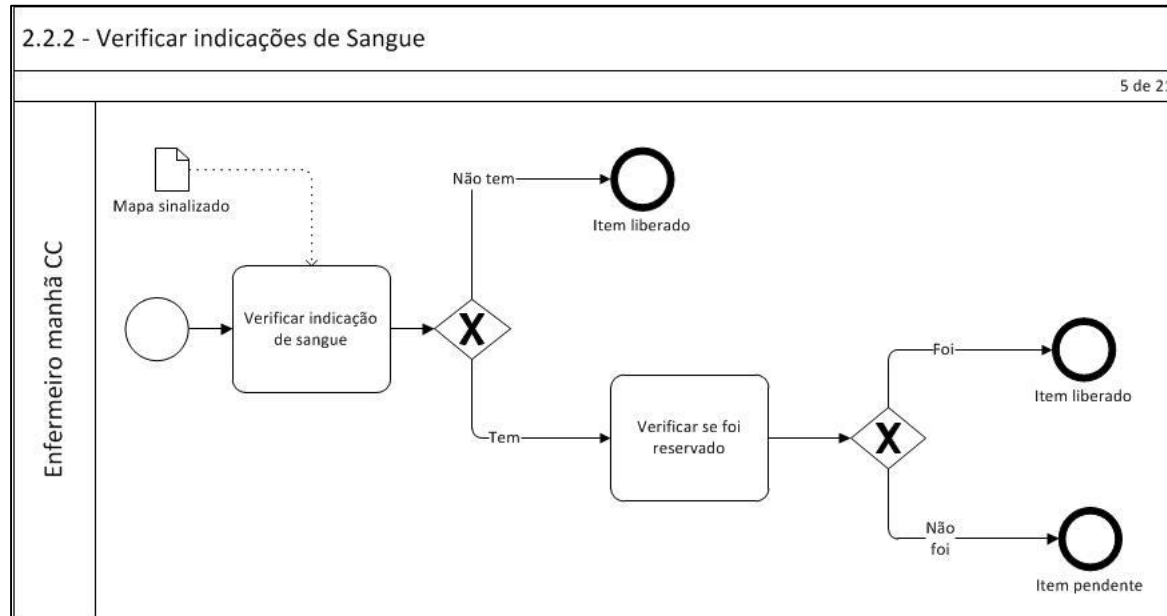


Figura 38 – Verificar indicações de sangue. Fonte: Elaboração própria.

Caso o procedimento tenha sinalização de reserva de sangue, o enfermeiro entra em contato com o responsável pelo Laboratório e confere se o mesmo foi reservado. Se a reserva sanguínea foi realizada ou se a reserva não é necessária para o procedimento esse item está confirmado. Se a reserva não foi realizada, esse item está pendente, assim, a solicitação de busca é interrompida.

## Verificar pendências de consentimento

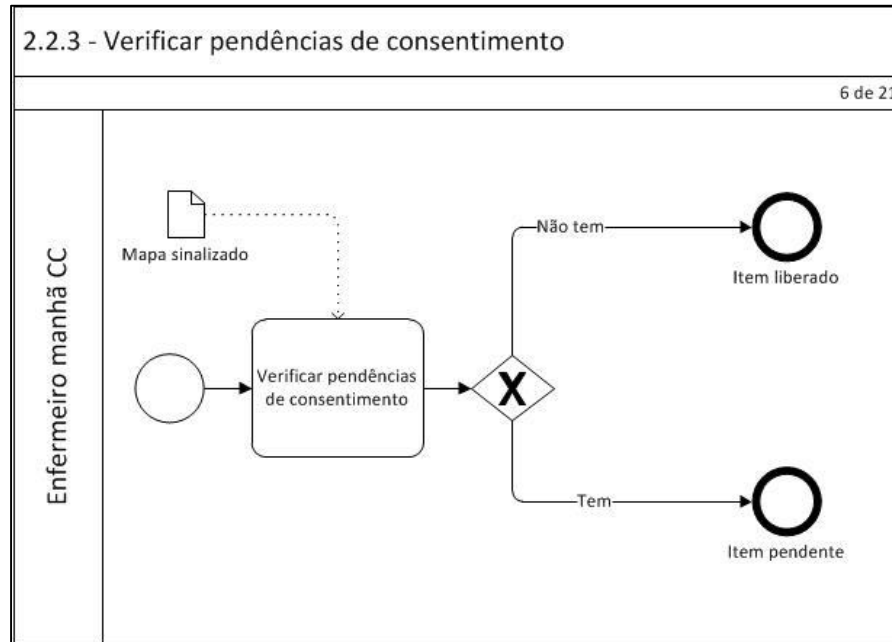


Figura 39 – Verificar pendências de consentimento. Fonte: Elaboração própria.

Se existe alguma pendência em relação à assinatura dos consentimentos. Se não tiver pendência, o item está liberado, mas caso tenha, deve ser encaminhado para resolução e o paciente só será buscado após a pendência ser resolvida.

## Verificar pendências de Risco

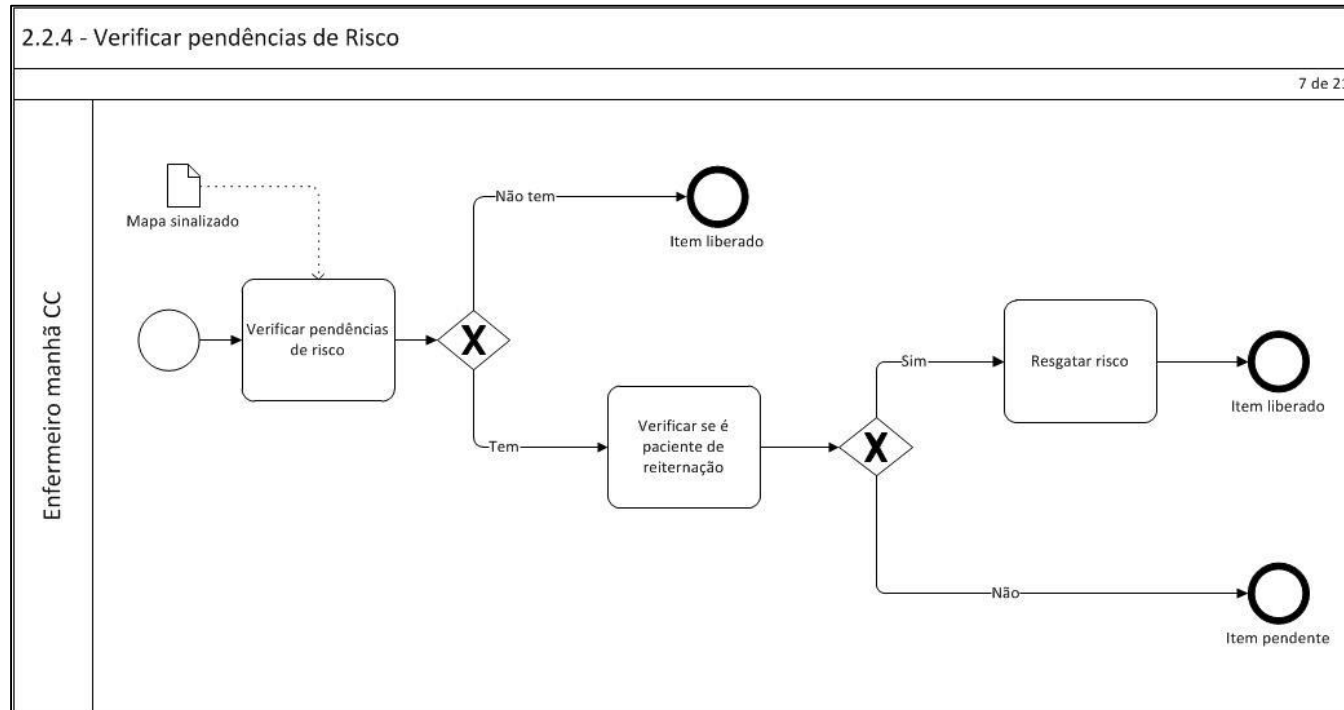


Figura 40 – Verificar pendências de risco. Fonte: Elaboração própria.

Também são verificadas as pendências de risco cirúrgico. Caso não haja pendência ou o paciente não necessite do risco, o item está liberado. Se o paciente tiver pendência de risco, mas se esse paciente for de reinternação o enfermeiro apenas resgata o risco no sistema. Caso contrário, o item está pendente e o paciente não pode ser levado ao Centro Cirúrgico até a resolução da pendência, assim como nos itens anteriores.

## Resolver pendência de OPME

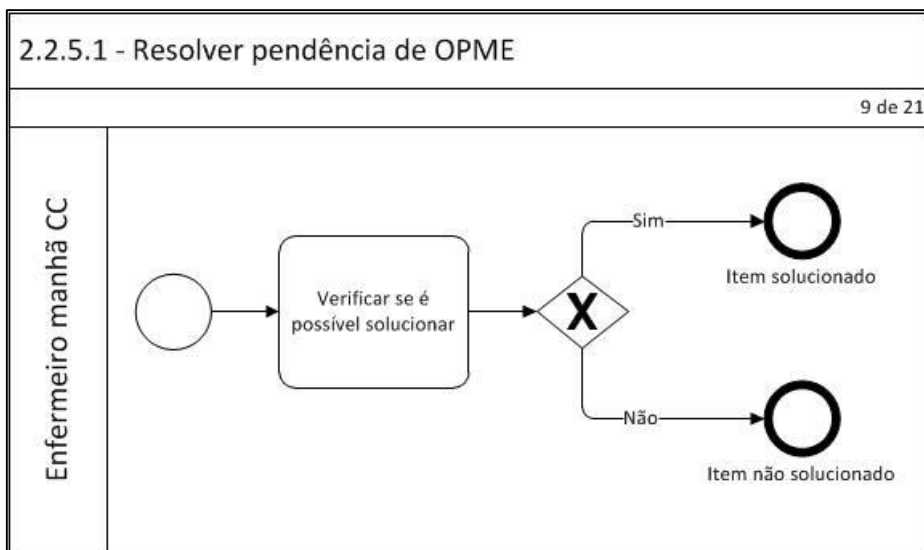


Figura 41 – Resolver pendência de OPME. Fonte: Elaboração própria.

Se houver pendência de OPME, entra-se em contato com o responsável pela cotação e verifica se é possível solucionar, caso não seja possível a cirurgia é suspensa.

## Resolver reserva de sangue

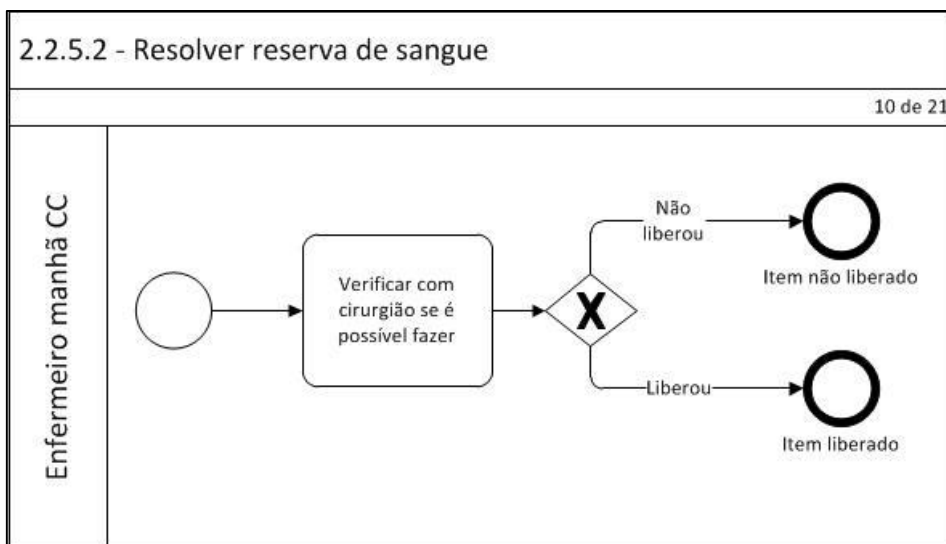


Figura 42 – Resolver pendência de sangue. Fonte: Elaboração própria.

Quando a reserva não foi realizada entra-se em contato com o cirurgião para decidir se é possível fazer o procedimento sem a reserva, se não for possível, a cirurgia é suspensa, se for possível o item é liberado.

## Resolver pendência de risco

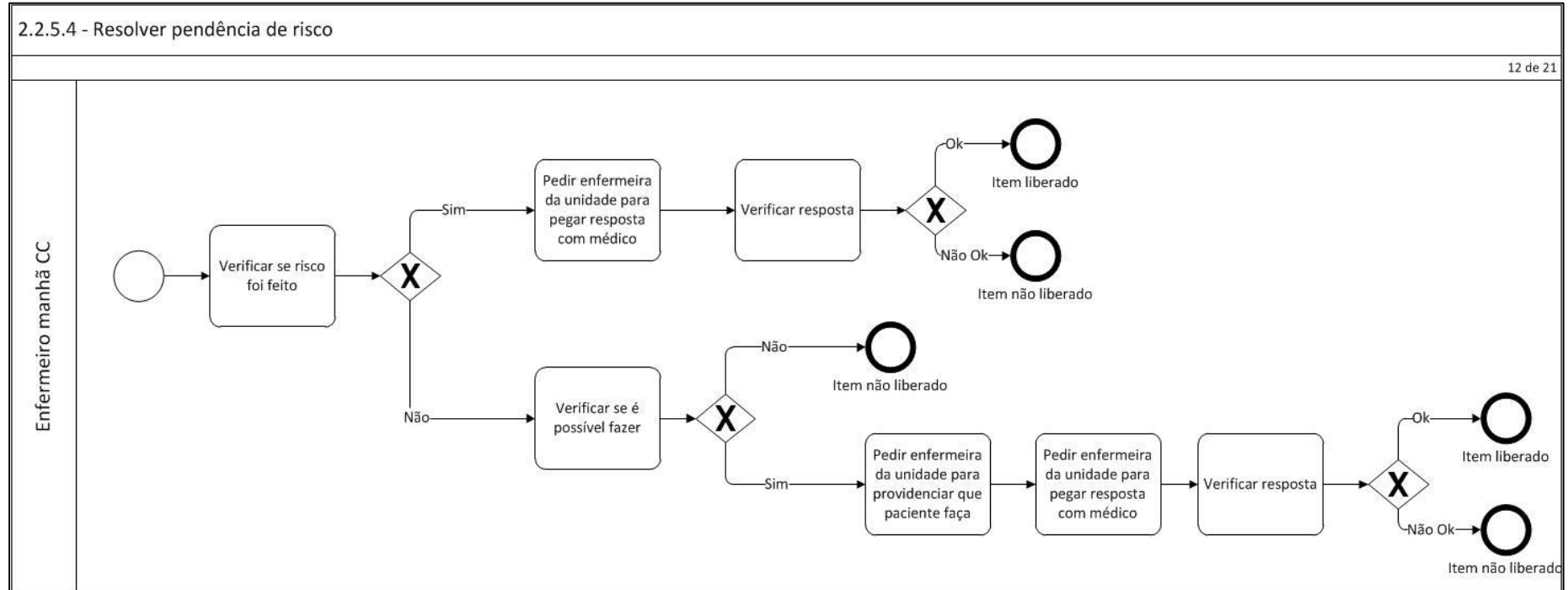


Figura 43 – Resolver pendência de risco. Fonte: Elaboração própria.

Se o risco tiver sido feito, deve-se pedir que o enfermeiro do andar pegue a resposta do risco com o médico. Caso não tenha sido realizado e tenha tempo hábil para fazê-lo, pedir o enfermeiro do andar para priorizar os exames desse paciente e depois pegar resposta com o médico. Caso o risco não tenha sido feito e não tenha tempo hábil, a cirurgia é suspensa. A cirurgia também é suspensa se a resposta do médico ao risco for negativa.

## Resolver pendência do consentimento

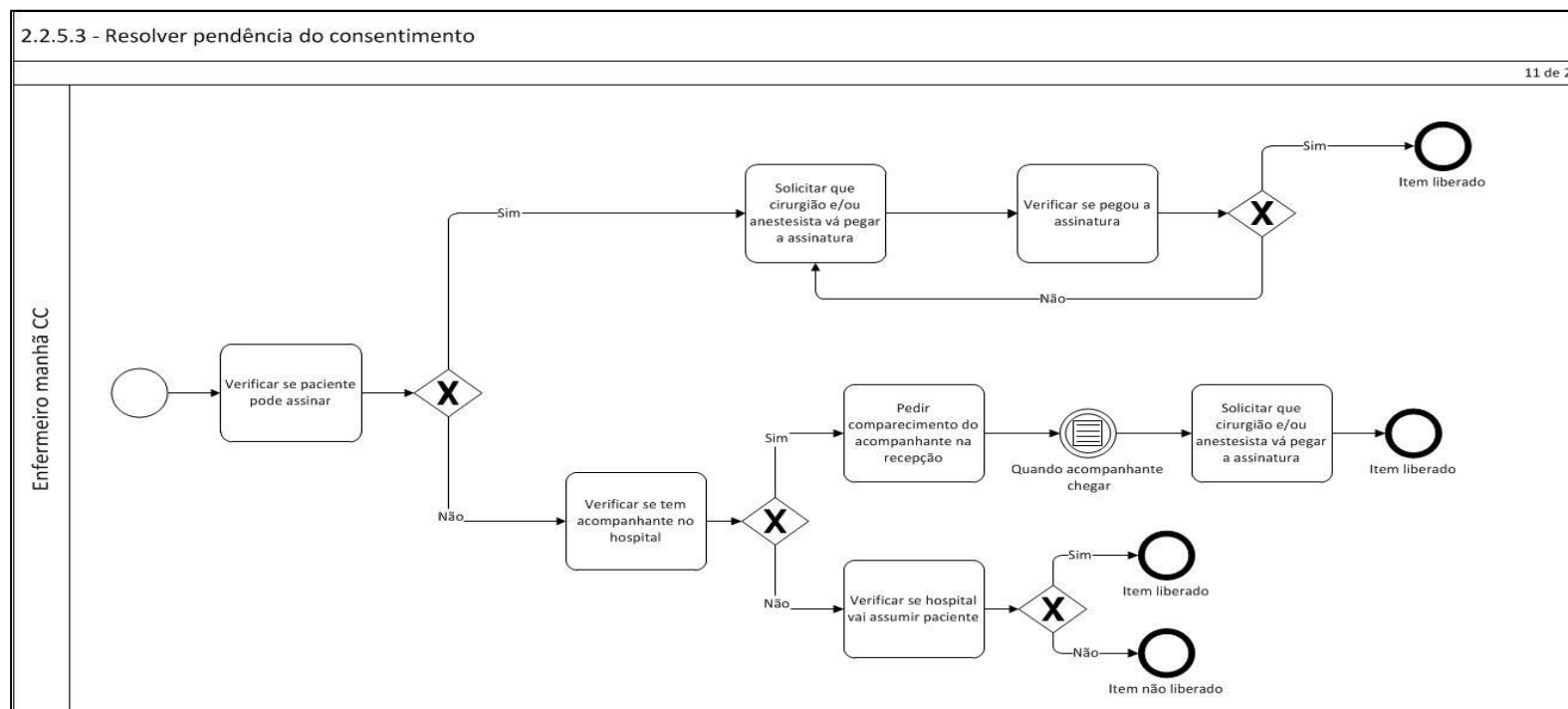


Figura 44 – Resolver pendência do consentimento. Fonte: Elaboração própria.

Em relação a resolução de pendência de assinatura de consentimento, deve-se verificar se o paciente responde por si. Caso positivo, o enfermeiro solicita ao cirurgião e/ou anestesista para pegar a assinatura do paciente. Se o paciente não puder assinar, mas estiver com acompanhante, o enfermeiro solicita que o acompanhante vá até a recepção do Centro Cirúrgico para assinar. Caso o paciente não esteja acompanhado, o hospital pode assumir a responsabilidade sobre aquele paciente, mas isso raramente acontece.

## Buscar paciente

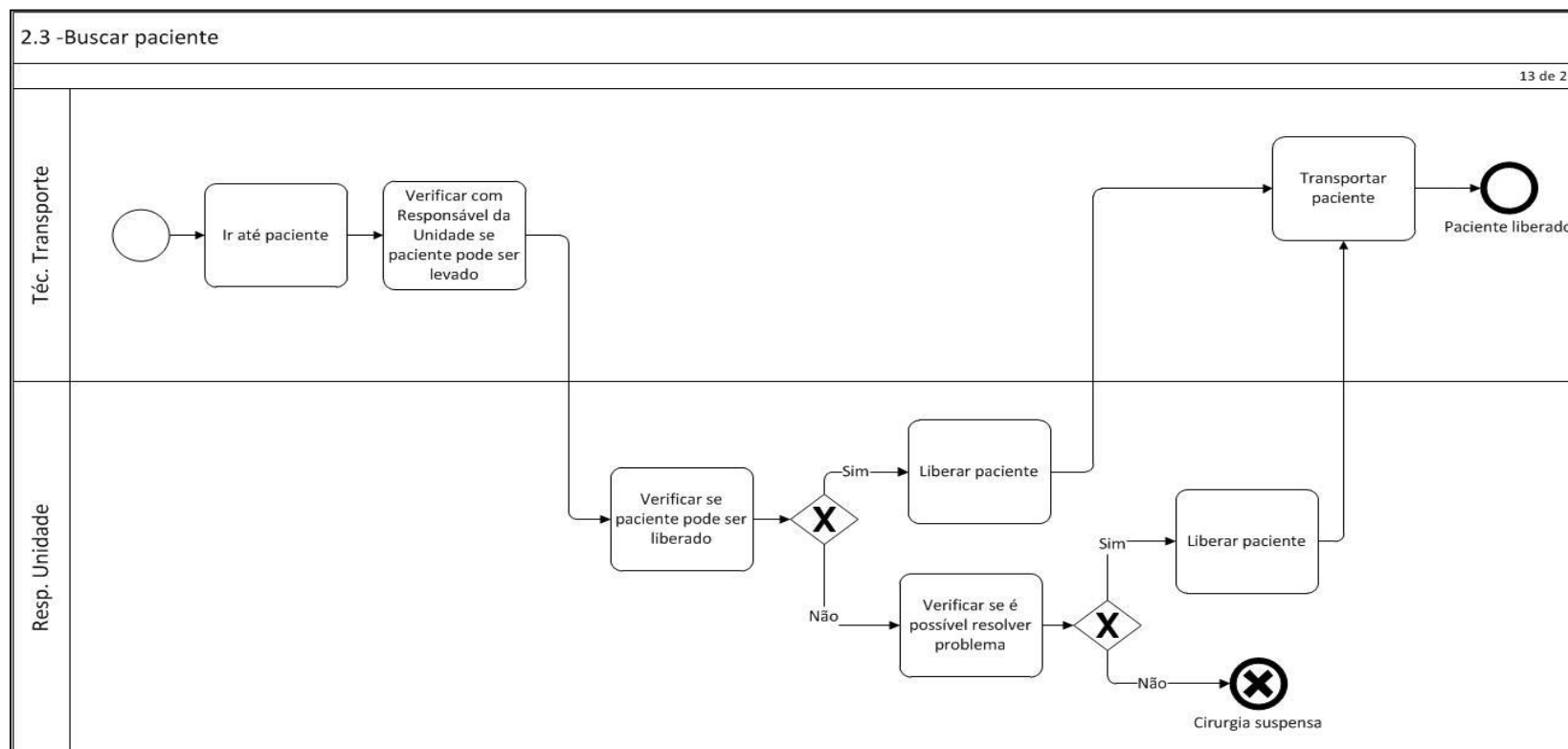


Figura 45 – Buscar paciente. Fonte: Elaboração própria.

Quando o enfermeiro libera o técnico de transporte para buscar o paciente esse vai até a unidade (enfermaria ou UTI) onde o mesmo está internado verifica com o responsável se paciente está liberado. Se estiver tudo certo o paciente é liberado, caso contrário, a cirurgia é suspensa. O paciente sendo liberado da unidade, o técnico de transporte o leva para o Centro Cirúrgico.



## Admitir paciente

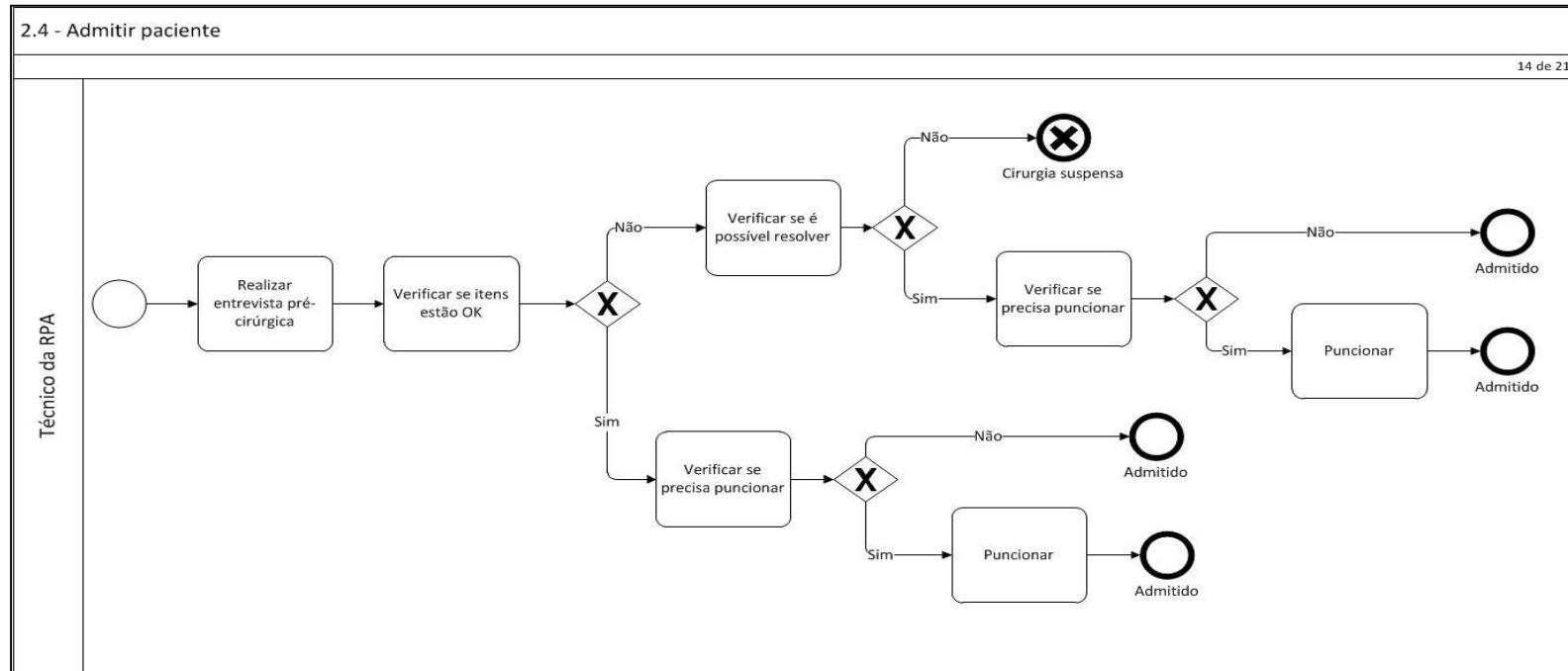


Figura 46 – Admitir paciente. Fonte: Elaboração própria.

O técnico alocado na RPA é responsável pela admissão e preparação do paciente. Na RPA o técnico realiza a entrevista pré-cirúrgica, onde são feitas perguntas para levantamento de informações clínicas. Verifica-se se precisa puncionar o paciente, se for preciso ele é puncionado. Depois do processo de admissão, o cirurgião deve ir até a RPA onde faz a marcação do local onde a cirurgia será realizada, pedindo ao paciente que indique o local, isso para que não se tenha dúvida de qual o local certo do procedimento. Se algum item, ainda tiver com pendência e não puder ser resolvido a cirurgia é suspensa e o paciente volta à unidade.

2.11 - Verificar vagas de UTI

21 de 21

Coord. De UTI

Enfermeiro manhã CC

```
graph TD
    Start(( )) --> T1[Passar número de vagas liberadas em cada UTI e previsão de horário]
    T1 --> J1((X))
    J1 --> T2[Verificar com acolhimento se tem algum paciente com indicativo de UTI]
    T2 --> T3[Verificar se tem mais cirurgias com indicativo de UTI do que vaga]
    T3 --> J2((X))
    J2 -- Sim --> T4[Verificar se alguma vaga é troca]
    J2 -- Não --> T5[Alocar vagas aos pacientes]
    T4 --> J3((X))
    J3 -- Sim --> T6[Verificar se é possível realizar troca]
    J3 -- Não --> J4((X))
    T6 --> J5((X))
    J5 -- Não --> T7[Liberar vaga]
    J5 -- Sim --> T8[Alocar vaga de UTI à paciente de troca]
    T7 --> J6((X))
    T8 --> J6
    J6 --> T9[Verificar se tem alguma UTI interrogada]
    T9 --> End1((( )))
    J4 --> T10[Alocar vagas aos pacientes]
    T10 --> J7((X))
    J7 --> T11[Verificar se é possível fazer com anestesia local]
    J7 -- Não --> J8((X))
    T11 --> J8
    J8 -- Sim --> T12[Decidir se vai reservar uma vaga de UTI para rodar interrogadas]
    J8 -- Não --> J9((X))
    T12 --> J9
    J9 -- Sim --> T13[Reservar ao menos uma vaga de UTI para essas cirurgias]
    J9 -- Não --> J10((X))
    T13 --> J10
    J10 --> J11((X))
    J11 --> J12((X))
    J12 --> T14[Distribuir vagas entre as cirurgias de acordo com prioridade]
    T14 --> End2((( )))
    T14 --> Info[Informação de vagas distribuídas]
```

1. 1 vaga para Neurologia  
2. Gravidade do caso  
3. Suspensão repetida  
4. Especialidade que menos usou vaga na semana

Figura 47 – Verificar vagas de UTI. Fonte: Elaboração própria.

Em relação às vagas de UTI o enfermeiro do Centro Cirúrgico verifica em torno de 8h (prazo para coordenadora da UTI liberar a quantidade de vaga do dia) a disponibilidade de vagas de UTI. Então entra-se em contato, com o enfermeiro da UTI que informa o número de vagas liberadas em cada UTI e o horário que as mesmas estarão liberadas. O quantitativo de vagas é informado por UTI. A UTI do hospital é dividida em UTI A, que possui 10 leitos e UTI B, que possui 8 leitos.

Após verificada a quantidade de vagas liberadas na UTI, é preciso conferir com o Acolhimento se tem algum paciente entrante com indicativo de UTI, pois nesse caso a prioridade de vaga é desse paciente. Depois de confirmada a quantidade de vagas disponíveis e se algum paciente com prioridade precisa de vaga na UTI, tem-se a quantidade efetiva de vagas de UTI que podem ser utilizadas pelos procedimentos agendados para o dia.

Se houver mais cirurgias com indicação de UTI do que vagas disponíveis, deve-se verificar se é preciso realizar troca de leito entre algum paciente que vai operar e um que está recebendo alta da UTI. Isso acontece quando não há leitos disponíveis para transferir o paciente de alta da UTI para enfermaria. Como as enfermarias são divididas em masculinas e femininas, se o paciente de alta da UTI for, por exemplo, uma mulher a alta só poderá ser dada se naquele dia, uma paciente mulher esteja com cirurgia marcada e precise de UTI, liberando a vaga na enfermaria, se nesse dia só tiver homem que precise de UTI, a vaga de UTI será perdida, pois não será possível dar a alta. Dessa forma, se for preciso realizar alguma troca e a troca for possível, aloca-se essa vaga de UTI ao paciente de troca, caso a troca não seja possível, perde-se essa vaga de UTI e as outras vagas são distribuídas aos demais pacientes de acordo com as prioridades.

Além disso, se há menos vagas de UTI do que o necessário para o dia, após verificar a necessidade de troca e antes de distribuir as demais vagas (se for o caso), deve-se verificar com o anestesista se as cirurgias realmente necessitam de UTI. Os anestesistas podem então indicar algumas cirurgias que talvez não precisem de UTI e essas ganham o status de solicitação interrogada. Os cirurgiões então analisam se essas cirurgias podem ser realizadas com anestesia local, se for possível a cirurgia é realizada sem precisar utilizar vaga de UTI.

Caso as cirurgias com status de UTI interrogada não puderem ser realizadas com anestesia local, uma vaga de UTI fica disponível para atender essas cirurgias. Se os procedimentos forem sendo realizados e não precisarem de UTI, outro

procedimento com UTI interrogada é realizado, até que um precise da vaga reservada e os outros são então suspensos. Mas pode acontecer de todas as vagas serem já distribuídas não se reservando nenhuma para rodar as interrogadas, dependendo das características dos casos agendados para o dia.

Em relação às prioridades, tem-se que pelo menos uma vaga de UTI é direcionada para neurologia, pois são cirurgias complexas que precisam de UTI, e na maioria das vezes essa especialidade só realiza uma cirurgia por dia, por serem procedimentos longos. Reservada uma vaga para neurologia, as outras vagas são distribuídas segundo a seguinte ordem de prioridade: gravidade paciente; paciente com suspensão repetida; especialidade que usou menos vagas de UTI na semana.

## Preparar sala

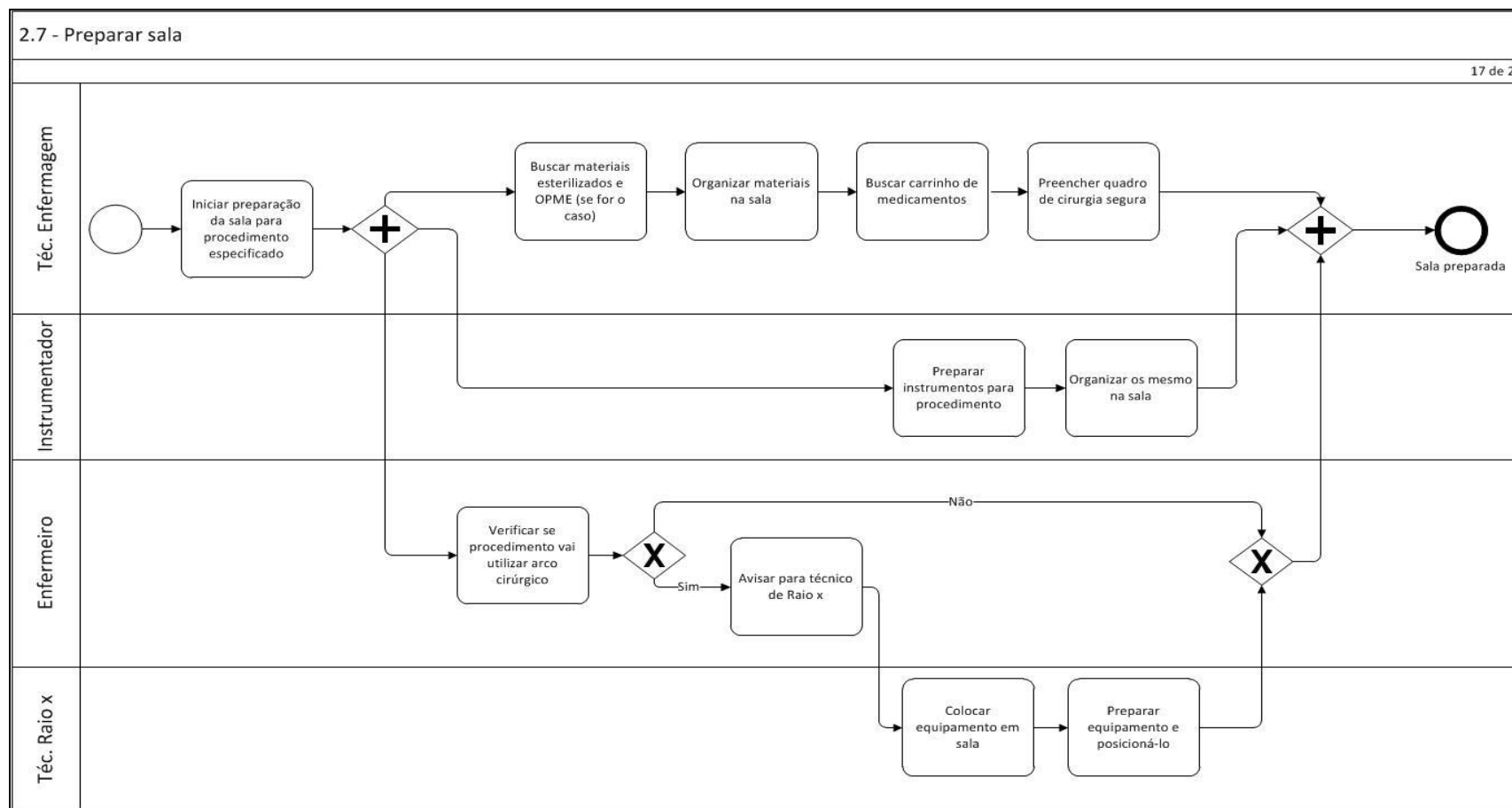


Figura 48 – Preparar sala. Fonte: Elaboração própria.

As salas de cirurgia recebem uma preparação básica, igual para qualquer cirurgia, antes de qualquer procedimento. Dessa forma, todos os dias, ao serem finalizados os procedimentos, as salas são preparadas nessa forma básica para o dia seguinte.

No início do dia, ao estabelecer os primeiros procedimentos a serem feitos e salas que serão realizados, conforme mencionado anteriormente, as salas começam a ser preparadas especificamente para o paciente indicado. Assim, os técnicos de enfermagem devem buscar e organizar os materiais esterilizados e OPME, se for o caso. Depois, buscam o carrinho de medicamentos, que são devidamente preparados pela farmácia do Centro Cirúrgico, e ainda, preenchem o quadro da Cirurgia Segura. Também, entra em sala o instrumentador (de empresa terceira) para preparar os instrumentos para o procedimento em questão.

Se, para o procedimento, for necessário a utilização do arco cirúrgico, deve-se colocar esse em sala, prepará-lo e posicioná-lo, assim como o técnico de raio-x deve estar disponível para operá-lo.

## Realizar procedimento

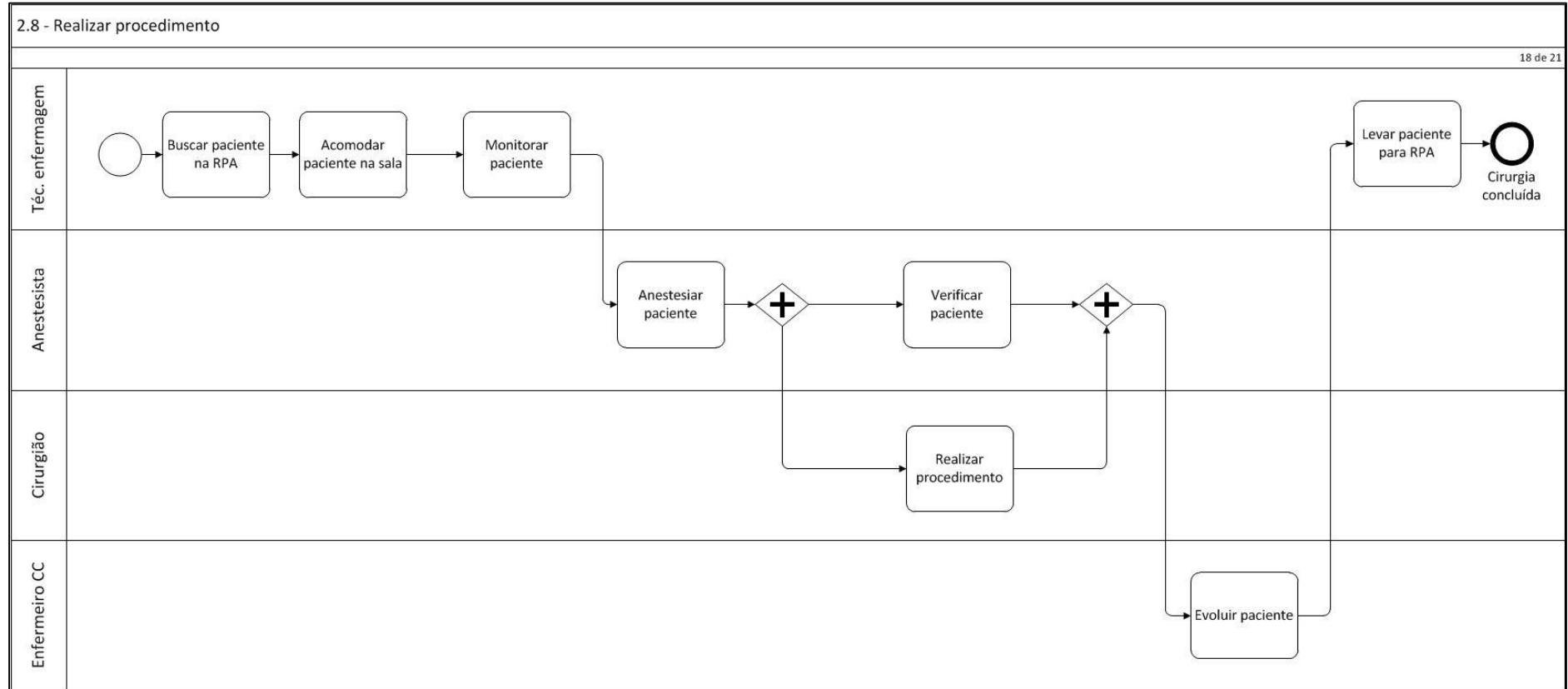


Figura 49 – Realizar procedimento. Fonte: Elaboração própria.

Depois da sala preparada, busca-se o paciente na RPA e o coloca na sala correspondente. Os técnicos, então, são responsáveis pela acomodação do paciente em sala, preparação e monitoração do mesmo. Após isso, o anestesista da sala realiza o processo anestésico naquele paciente. Depois, o cirurgião entra em sala para a realização do procedimento. Finalizado o procedimento, o enfermeiro vai até a sala de cirurgia e faz a evolução do paciente, então, este pode ser transferido para a RPA onde fica em observação recuperando-se da anestesia até ser liberado pelo anestesista. Depois de liberado, o técnico de transporte o leva para a unidade de destino.

### Registrar procedimento

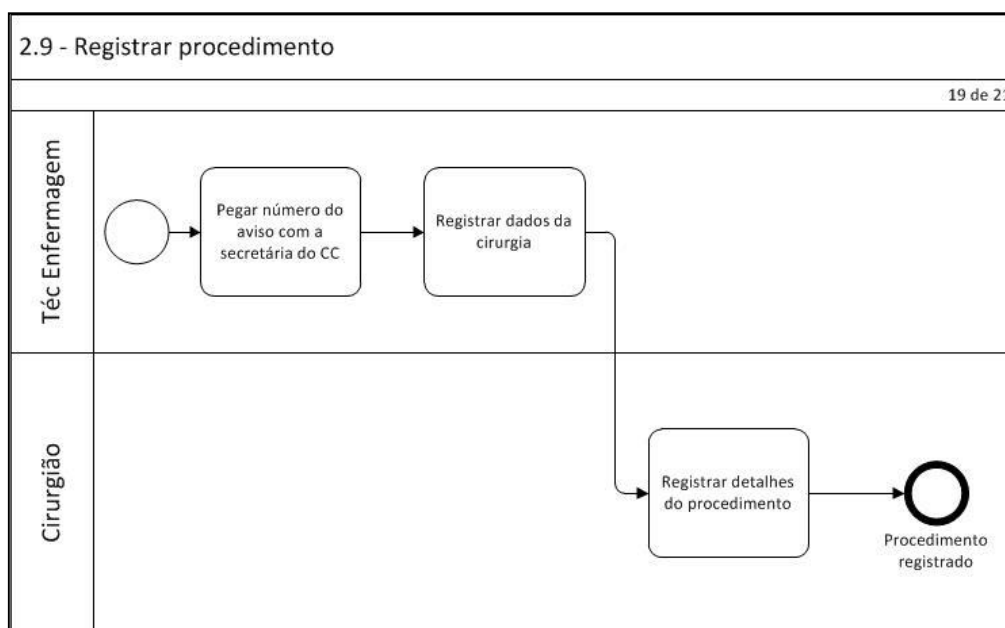


Figura 50 – Registrar procedimento. Fonte: Elaboração própria.

Na finalização do procedimento, o técnico de enfermagem da sala deve busca o número do aviso gerado para a cirurgia e a partir desse número cadastrar no sistema os tempos gastos em sala, os medicamentos e materiais utilizados, toda a equipe que realizou o procedimento (cirurgião, anestesista, técnicos) e a descrição detalhada do procedimento (realizada pelo cirurgião). E após a finalização da cirurgia, o enfermeiro atualiza as informações de vagas de UTI.



## Recuperar sala

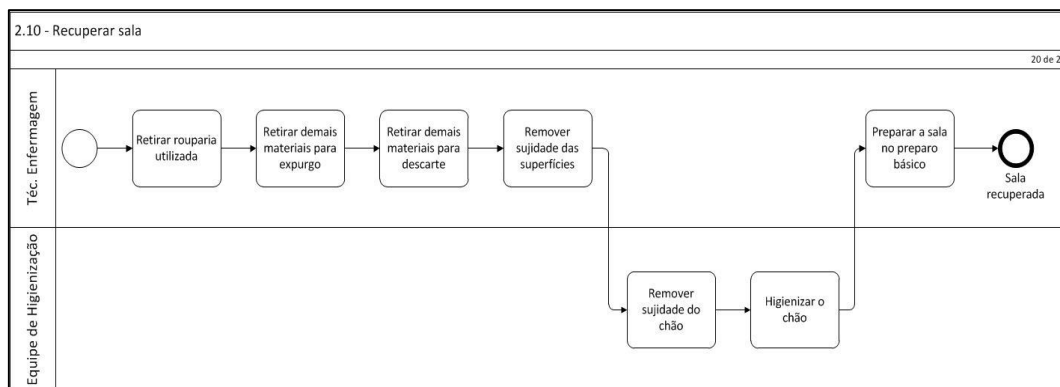


Figura 51 – Recuperar sala. Fonte: Elaboração própria.

Após a retirada do paciente da sala de cirurgia, os técnicos são responsáveis pela limpeza da mesma, quando retiram toda a roupa utilizada, curativos e demais materiais para o expurgo. E, também, removem toda a sujeira e matéria orgânica em mobiliários, equipamentos e superfícies. Concluída a limpeza, entra em sala a equipe de higienização, responsável por remover sujeiras e detritos do chão e higienizá-lo.

## **APÊNDICE III – Eventos influenciadores do processo de planejamento e programação de cirurgias**

Como abordado antes, além das etapas normais do processo de planejamento e programação de cirurgias do hospital que foram descritas nas seções 4.3.1 e 4.3.2, existem eventos que podem afetar o processo, mas não são regras gerais. Dentre esses eventos pode-se citar: as cirurgias de emergência, os encaixes e os atendimentos do ambulatório. Esses eventos serão mais bem explicados a seguir.

### **Cirurgias de emergência**

Conforme citado anteriormente, o hospital estudado é um hospital ‘porta fechada’, portanto a incidência de emergência no Centro Cirúrgico é baixa. Ainda assim, o Centro Cirúrgico e as cirurgias agendadas estão sujeitos a sofrer interferência desse tipo de ocorrência, vindo de: atendimento ao SAMU em casos de AVC agudo, agravamentos de casos de pacientes já internados no hospital e transferências de casos graves de outros hospitais para realização de procedimentos cirúrgico.

No primeiro caso, assim que chega um paciente de AVC no pronto socorro do hospital esse já é avaliado e se tiver indicação cirúrgica o Acolhimento avisa ao Centro Cirúrgico para que ocorra uma preparação para recebimento do paciente enquanto esse passa por atendimento prévio. No caso de atendimento ao agravamento de pacientes já internados o Centro Cirúrgico é avisado pela unidade para que também ocorra uma preparação para recebimento do paciente.

No Centro Cirúrgico, nenhuma sala fica reservada para casos de emergência, mas assim que ocorre a comunicação de algum caso, a primeira sala a ser liberada começa a ser preparada para atendimento do caso informado. E a equipe do dia que estava utilizando aquela sala tem que esperar até que ocorra a liberação da mesma ou que outra equipe acabe os procedimentos programados para outra sala e a libere. Ou ainda, pode ocorrer de alguma cirurgia ser suspensa.

No caso da transferência de casos graves de outros hospitais para realização de procedimentos cirúrgico no hospital estudado, é informado o horário que a remoção irá chegar com esse paciente, dessa forma, uma sala é bloqueada para que esteja livre para realização do procedimento assim que o paciente chegar. A remoção fica aguardando o paciente terminar a cirurgia e ser liberado para retornar com o mesmo para o hospital de origem, por isso o processo deve ocorrer de forma

mais rápida possível. A equipe do dia programada para usar essa sala é afetada da mesma forma como descrito anteriormente.

## **Encaixe**

Além das emergências, pode acontecer encaixes de procedimento ao mapa cirúrgico já confeccionado e entregue as áreas que competem. Isso ocorre, quando acontece visita médica à tarde ou finais de semana e o(s) médicos verificam que o paciente que não estava em condições clínicas já está apto a realizar o procedimento, ou surgiu alguma urgência que deve ser operada no dia seguinte.

Também, se algum paciente urgente foi internado na parte da tarde com indicação cirúrgica, o mesmo deve ser operado no dia seguinte. E até se, no dia, o cirurgião verifica que há tempo e condições (sala, vaga de UTI, equipamentos) de operar mais algum paciente que está com indicação cirúrgica e já está com tudo preparado para realizar a cirurgia.

Os encaixes impactam no andamento do Centro Cirúrgico se o procedimento, por ventura, precisar de OPME, pois não se terá tempo hábil para cotação dos mesmos ou ainda se o procedimento exige alguma sala ou equipamento específico que impactam diretamente nas cirurgias já programadas para aquele dia.

Dessa forma, a distribuição de salas e ordem de realização dos procedimentos pode ser afetado e atrasar algum aspecto do processo. Também podem impactar caso sejam pacientes que precisem de UTI. Assim, um paciente marcado regularmente pode ser suspenso devido à utilização da vaga para cirurgia de encaixe.

De acordo com a coordenadora de enfermagem do Centro Cirúrgico, a especialidade que mais realiza encaixe de cirurgias é a vascular, em função da característica dos pacientes e procedimentos realizados.

## **Atendimentos do ambulatório**

Como citado anteriormente, o hospital também realiza consultas ambulatoriais reguladas pela Central de Regulação de Vagas da SESA. Em conversa com um cirurgião durante visita ao hospital, o mesmo relatou que alguns dos pacientes com indicação cirúrgica no hospital é proveniente desse atendimento. Esses pacientes concorrem a uma vaga com demais pacientes do sistema e aguardam a internação também pela Central de Regulação de Vagas.

O problema relatado pelo cirurgião, é que esses pacientes eletivos provenientes do ambulatório são selecionados para internação sem uma maneira lógica, ou seja, não são selecionados prevendo vagas de UTI, necessidade de cotação de OPME, tempo de permanência, entre outros.

Segundo ele, esses pacientes, por serem casos já conhecidos do cirurgião deveriam ser internados com mais critério, isto é, não internar na mesma semana muitos pacientes que deverão utilizar vaga de UTI após a cirurgia, pois se tem conhecimento da limitação da mesma.

Outro exemplo é quanto à cotação de OPME, pois muitas vezes são internados ao mesmo tempo pacientes que necessitam de materiais especiais para cirurgia e isso dificulta o processo de cotação. Com isso, o paciente é internado e a cirurgia demora em sair e o paciente fica ocupando leito ou a cirurgia é marcada e suspensa várias vezes devido à falta recursos.

## APÊNDICE IV – Processos modificados

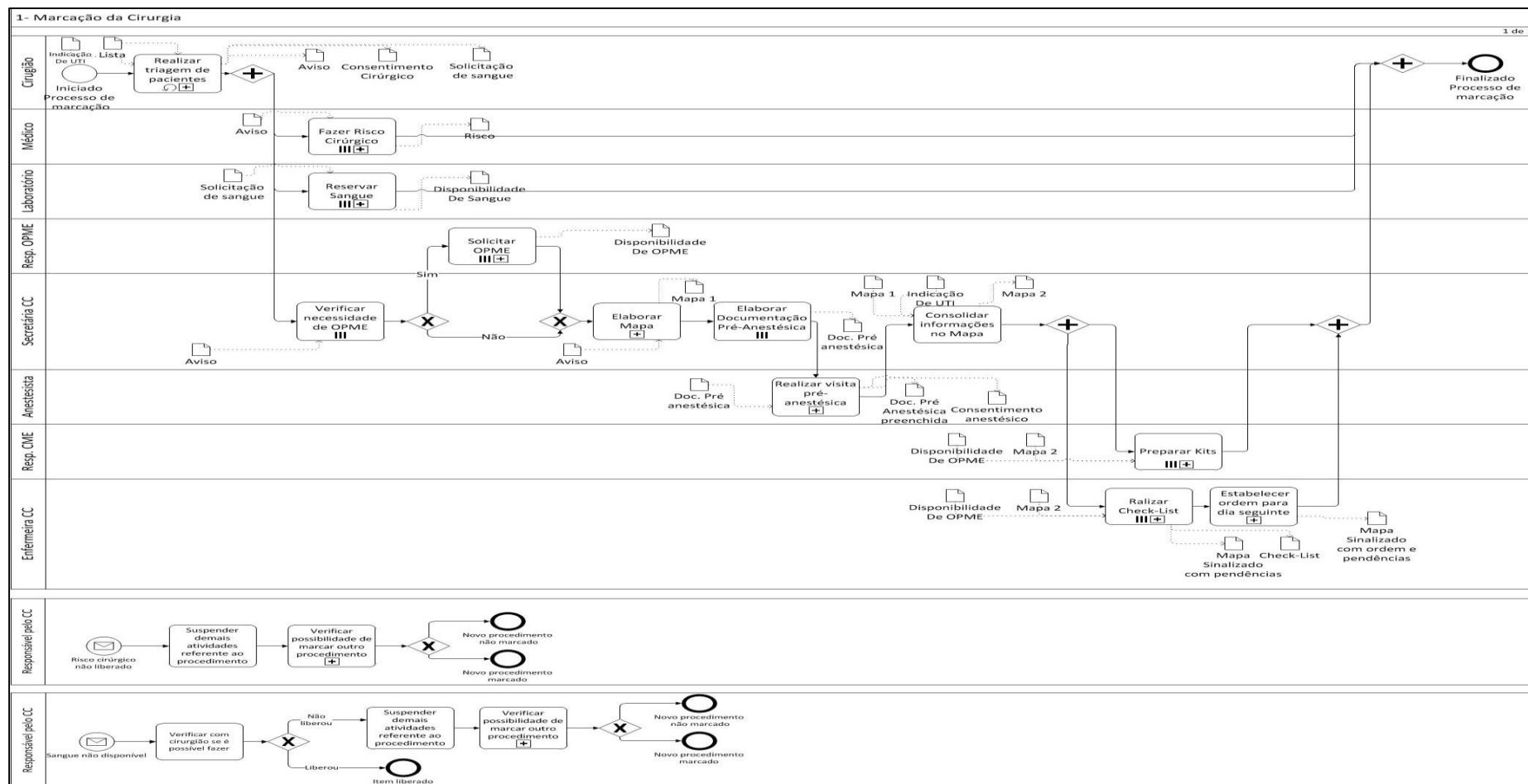


Figura 52 – Marcação de cirurgia modificada. Fonte: Elaboração própria

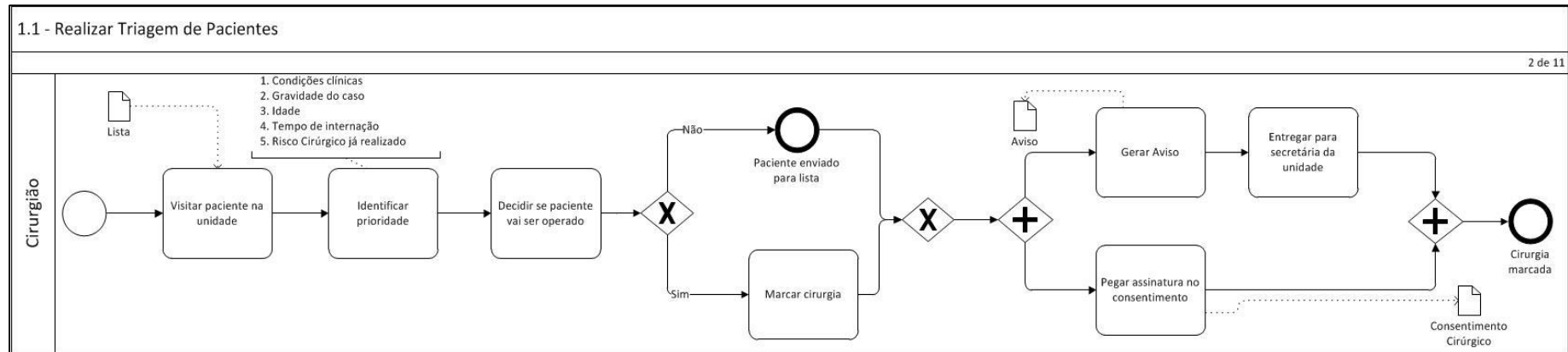


Figura 53 – Realizar triagem de pacientes modificado. Fonte: Elaboração própria

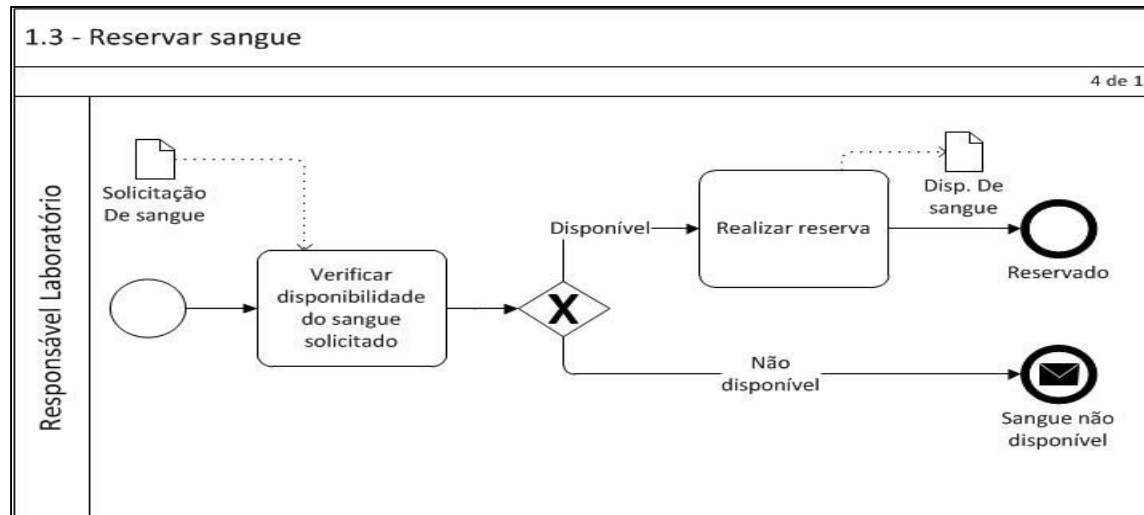


Figura 54 – Reservar sangue modificado. Fonte: Elaboração própria

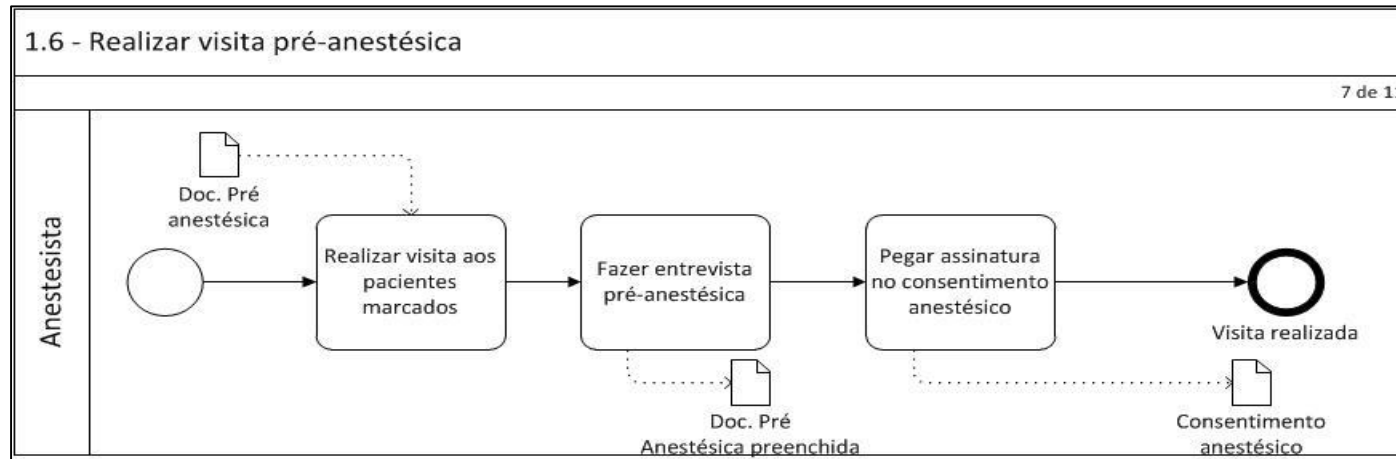


Figura 55 - Realizar visita pré-anestésica modificado. Fonte: Elaboração própria.

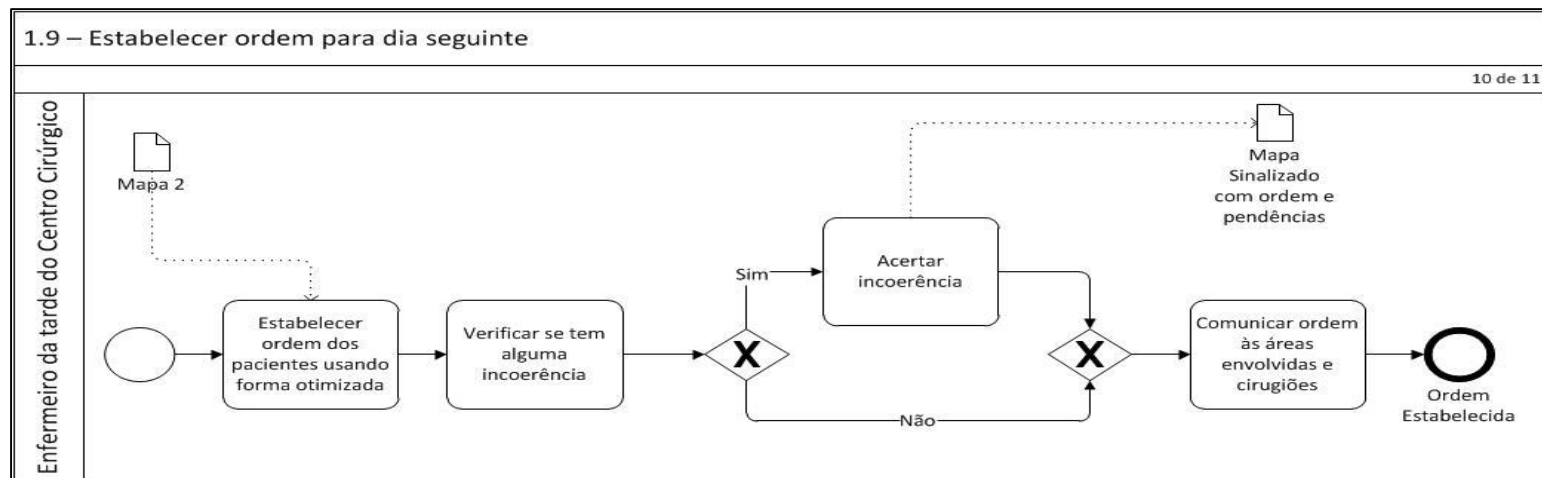


Figura 56 – Estabelecer ordem para o dia seguinte modificado. Fonte: Elaboração própria.

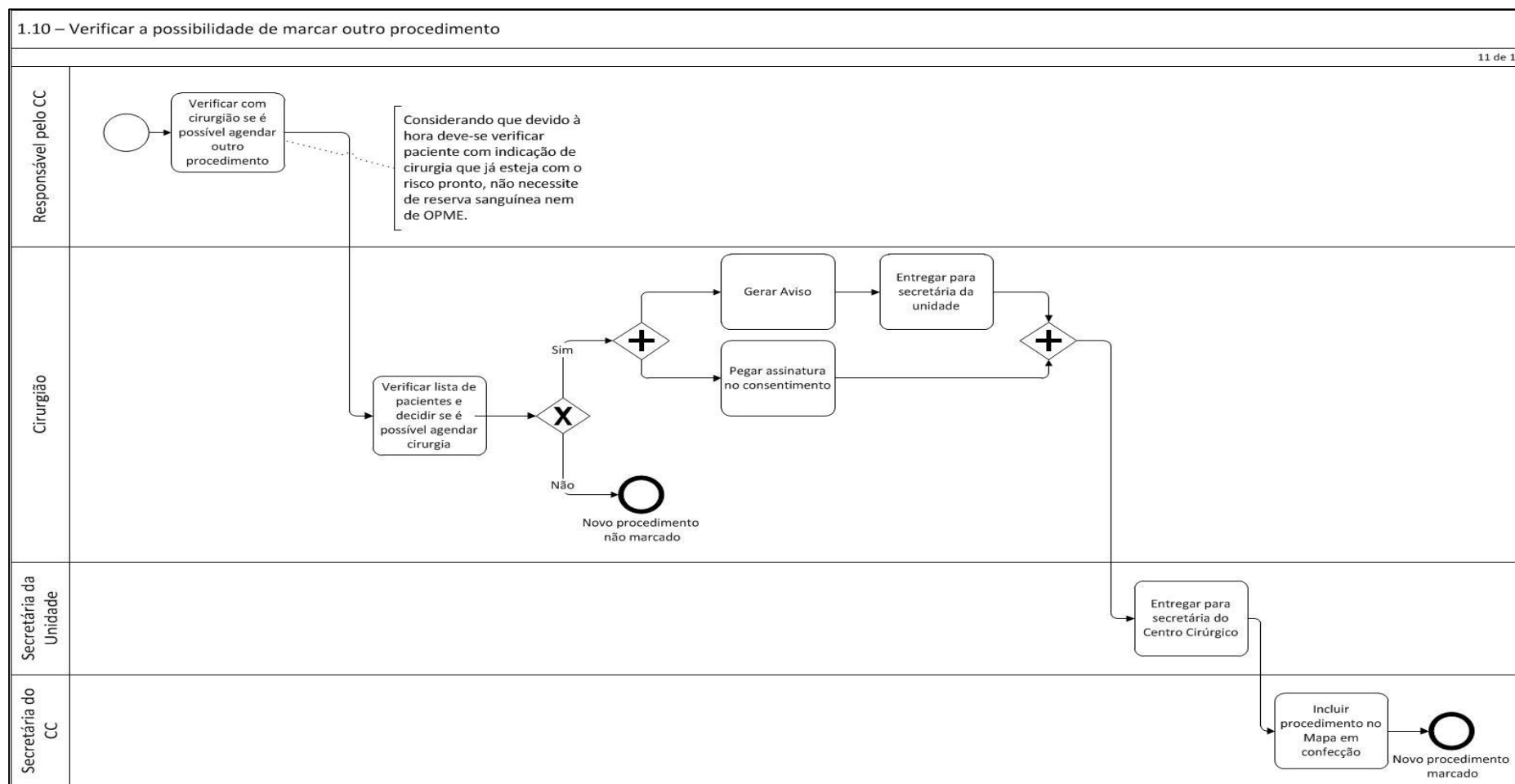


Figura 57 – Verificar a possibilidade de marcar outro procedimento – subprocesso novo. Fonte: Elaboração própria.



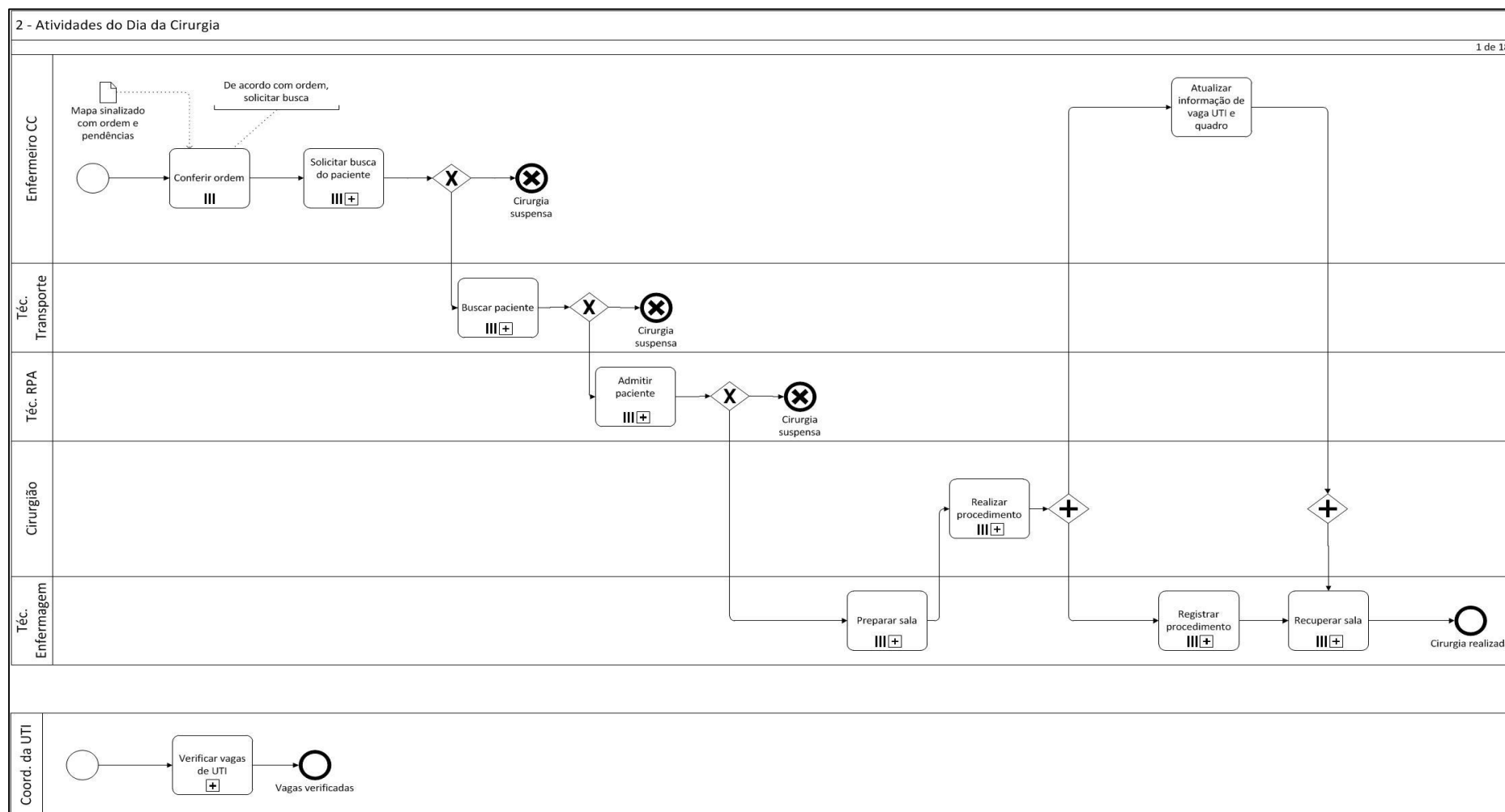


Figura 58 – Atividades do dia da cirurgia modificado. Fonte: Elaboração própria.

## APÊNDICE V – Simulação de Monte Carlo

Viu-se que o processo de planejamento e programação de cirurgias sofre influência de aspectos incertos dessa forma, muitas vezes tem-se o interesse em analisar as probabilidades e interpretar estatísticas de certos resultados alcançados.

Frequentemente se tem o interesse em resumir o resultado de um experimento aleatório por meio de um simples número, em alguns casos descrição de resultados são suficientes, mas em outros é útil associar um número a cada resultado no espaço amostral (Montgomery e Runger, 2012).

Segundo os mesmos autores, pelo fato do resultado do experimento não ser conhecido a priori, o valor resultante da variável não será conhecido antes e por isso que se associa um número ao resultado de um experimento aleatório é referida como variável aleatória. As variáveis aleatórias podem ser tanto discretas, quando a medida é limitada a pontos discretos na linha real, ou seja, com faixa finita, quanto contínuas, quando assumem qualquer valor em um intervalo de números reais.

Muitos sistemas físicos podem ser simulados por experimentos aleatórios ou variáveis aleatórias e a distribuição das variáveis aleatórias envolvidas em cada um desses sistemas podem ser analisada e os resultados usados em diferentes aplicações (Montgomery e Runger, 2012).

Segundo esses autores a distribuição de probabilidade de uma variável aleatória  $X$  é uma descrição das probabilidades associadas com os valores possíveis de  $X$ . Para variáveis aleatórias discretas, a distribuição é comumente especificada por uma lista de valores possíveis, juntamente com a probabilidade de cada um, mas em alguns casos é conveniente expressar a probabilidade em termos de uma fórmula. Para uma variável aleatória contínua é usada uma função densidade de probabilidade  $f(x)$  para descrever a distribuição de probabilidades de  $X$ .

A simulação de Monte Carlo (SMC) envolve o uso de números aleatórios e probabilidades para analisar e resolver problemas (Saraiva Júnior *et al.*, 2010). E de acordo com Lustosa *et al.* (2004), esse método é aplicável a problemas que envolvam risco e incerteza na tomada de decisão.

O modelo de Monte Carlo é descrito como a ação de coletar uma amostra aleatória sobre um universo de resultados possíveis, usando essa amostra para coletar estimativas de comportamentos prováveis (Glasserman, 2004). E, em geral, qualquer quantidade que se possa escrever como o valor esperado de uma variável

aleatória definida em um espaço de probabilidade pode ser estimada por esse método (Okten, 1997).

Tanto Okten (1997) quanto Glasserman (2004) defendem a Lei dos Grandes Números como base teórica de Monte Carlo, já esta garante que as estimativas converjam para o valor alvo na medida em que se aumenta a geração de amostras.

Segundo Grinstead e Snell (1997), o teorema da Lei dos Grandes Números descreve  $X_1, X_2, \dots, X_n$  o resultado de  $n$  ensaios independentes, com valor esperado finito  $\mu = E(X_j)$  e uma variância finita  $\sigma^2 = V(X_j)$ . Sendo,  $S_n = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ ,  $\epsilon$  o erro e  $\mu$  a média, então para qualquer  $\epsilon > 0$ ,  $P\left(\left|\frac{S_n}{n} - \mu\right| \geq \epsilon\right) \rightarrow 0$ , quando  $n \rightarrow \infty$ . Ou seja, se  $n$  for suficientemente grande a equação mostra que a probabilidade de  $S_n/n$  difira de  $\mu$  tende a ser zero.

Então, a SMC gera números aleatórios que compõem um espaço amostral e a partir dos resultados obtidos criando a possibilidade de serem feitas análises de um fato passado ou até mesmo tentar prever o futuro com certo grau de confiança (Gabbay, 2010).

Os números são obtidos por meio de artifícios aleatórios (por exemplo: tabelas, roletas, sorteios) ou diretamente de softwares, com funções específicas e a cada iteração, o resultado é armazenado para que ao final das repetições, os resultados gerados sejam transformados em uma distribuição de frequência possibilitando calcular estatísticas descritivas, como média (valor esperado), valor mínimo, valor máximo e desvio-padrão, e criando, ainda, a possibilidade de projetar cenários futuros de operação do sistema em análise (Saraiva Júnior *et al.*, 2010).

## Referências do apêndice V

GABBAY, A.M. **Simulação de monte carlo para mensuração de risco operacional**: aplicação do modelo LDA. São Paulo, 2010. (M.Sc.). Dissertação - Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2010.

GLASSERMAN, P. **Monte Carlo methods in financial engineering**. New York: Springer, 2004.

GRINSTEAD, C.M.; SNELL, J.L. **Introduction to probability**. 2 ed. American Mathematical society, 1997.

LUSTOSA, P.R.B.; PONTE, V.M.R.; DOMINAS, W.R. Simulação. In: CORRAR, L.J.; THEÓPHILO, C.R. (Orgs.). **Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

OKTEN, G. **Contributions to the theory of Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods**, California, 1997. (Ph.D.). Dissertation - Claremont Graduate School, 1997

SARAIVA JUNIOR, A.F.; RODRUGUES, M.V.; DA COSTA, R.P. Simulação de monte carlo aplicada à decisão de mix de produtos. **Produto & Produção**, v. 11, n. 2, p. 26-54, 2010.

## APÊNDICE VI – Resultados da simulação

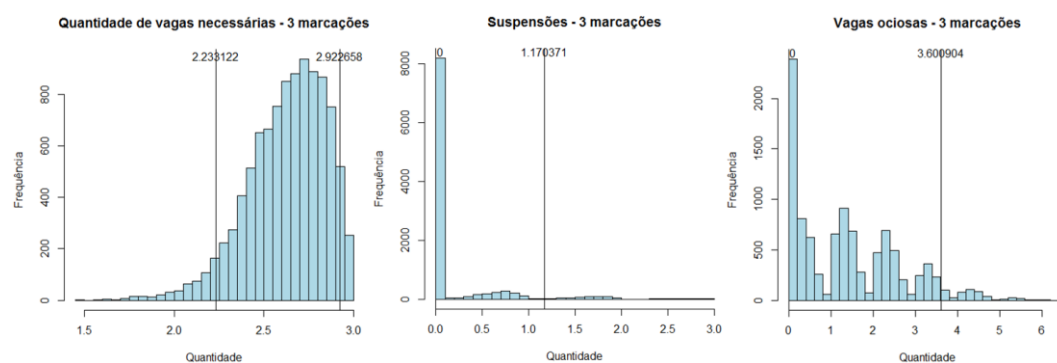


Figura 59 – Histogramas para 3 marcações. Fonte: Elaboração própria.

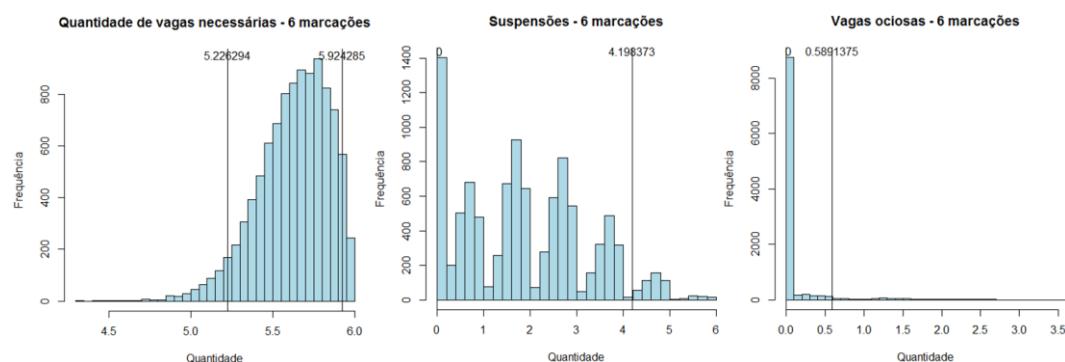


Figura 60– Histogramas para 6 marcações. Fonte: Elaboração própria.

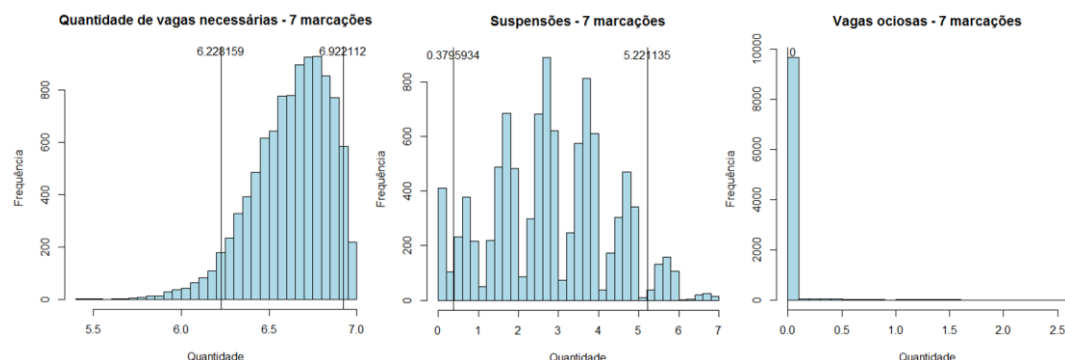


Figura 61 – Histogramas para 7 marcações. Fonte: Elaboração própria.

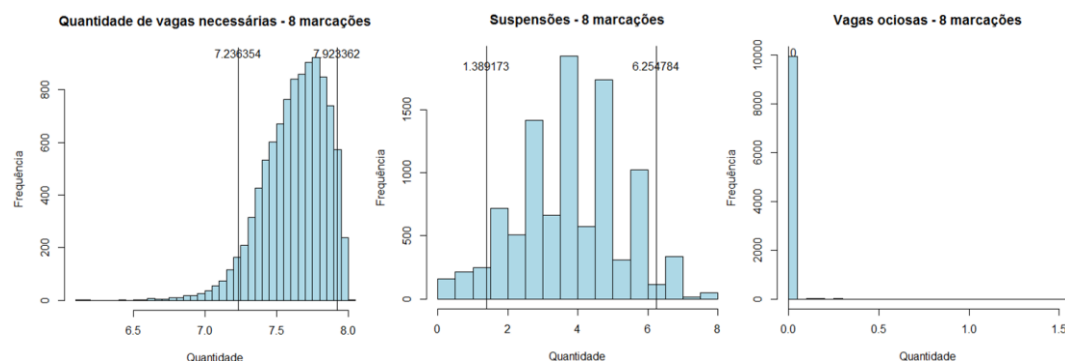


Figura 62 – Histogramas para 8 marcações. Fonte: Elaboração própria.

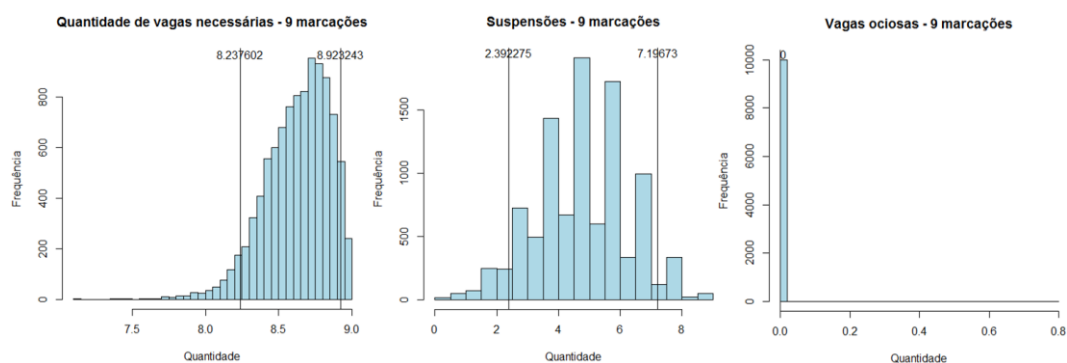


Figura 63 – Histogramas para 9 marcações. Fonte: Elaboração própria.

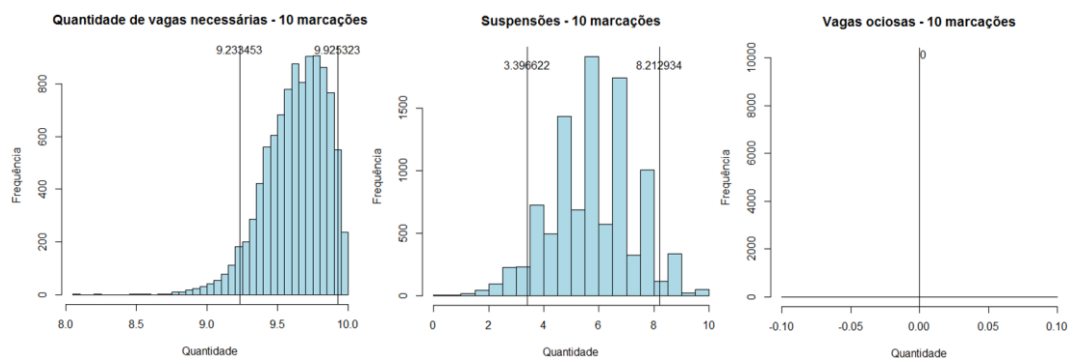


Figura 64 – Histogramas para 10 marcações. Fonte: Elaboração própria.

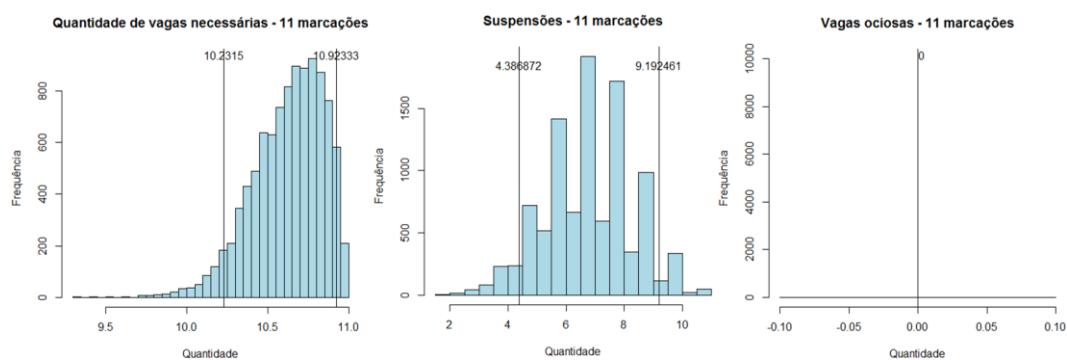


Figura 65 – Histogramas para 11 marcações. Fonte: Elaboração própria.

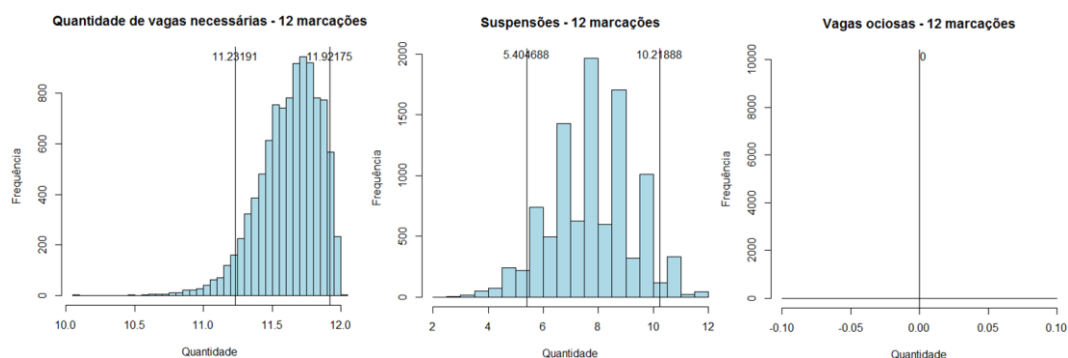


Figura 66 – Histogramas para 12 marcações. Fonte: Elaboração própria.

Tabela 10 – Estatísticas dos experimentos da simulação. Fonte: Elaboração própria

		<b>Min</b>	<b>Média</b>	<b>Max</b>	<b>5%</b>	<b>95%</b>
3 marcações	Quantidade necessária	1,5	2,6	3,0	2,2	2,9
	Suspensões	0,0	0,2	3,0	0,0	1,2
	Vagas Ociosas	0,0	1,4	6,6	0,0	3,6
4 marcações	Quantidade necessária	2,4	3,6	4,0	3,2	3,9
	Suspensões	0,0	0,5	3,9	0,0	2,2
	Vagas Ociosas	0,0	0,7	5,7	0,0	2,6
5 marcações	Quantidade necessária	3,3	4,6	5,0	4,2	4,9
	Suspensões	0,0	1,1	5,0	0,0	3,2
	Vagas Ociosas	0,0	0,3	4,4	0,0	1,6
6 marcações	Quantidade necessária	4,3	5,6	6,0	5,2	5,9
	Suspensões	0,0	1,9	5,9	0,0	4,2
	Vagas Ociosas	0,0	0,1	3,6	0,0	0,6
7 marcações	Quantidade necessária	5,4	6,6	7,0	6,2	6,9
	Suspensões	0,0	2,8	7,0	0,4	5,2
	Vagas Ociosas	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0
8 marcações	Quantidade necessária	6,1	7,6	8,0	7,2	7,9
	Suspensões	0,0	3,8	8,0	1,4	6,3
	Vagas Ociosas	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0
9 marcações	Quantidade necessária	7,1	8,6	9,0	8,2	8,9
	Suspensões	0,0	4,8	8,9	2,4	7,2
	Vagas Ociosas	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0
10 marcações	Quantidade necessária	8,1	9,6	10,0	9,2	9,9
	Suspensões	0,3	5,8	10,0	3,4	8,2
	Vagas Ociosas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11 marcações	Quantidade necessária	9,3	10,6	11,0	10,2	10,9
	Suspensões	1,6	6,8	11,0	4,4	9,2
	Vagas Ociosas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12 marcações	Quantidade necessária	10,1	11,6	12,0	11,2	11,9
	Suspensões	2,5	7,8	12,0	5,4	10,2
	Vagas Ociosas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

## ANEXO I - Notação BPMN

Esse anexo é parte do Tutorial de BPMN de Emmanuel Nolêto, disponível para download em: <http://www.emmanuelnoleto.com.br/emmanuelnoleto/downloads/> e acessado em 2 de julho. 2015.

E a parte que descreve os gateways foi retirada de:

De Maio, M.N. *et al.* **jBPM6 developer guide**. 3ed. Birmingham-Mumbai: Packt Publishing, 2014

### Visão Geral



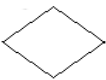
BPMN é um padrão para modelagem de processos de negócio que fornece uma notação gráfica para especificação de processos de negócio em um DPN (Diagrama de Processo de Negócios). O objetivo é suportar o gerenciamento de processos de negócio tanto para um usuário técnico quanto para usuário de negócio por meio de uma notação que seja intuitiva para todo e qualquer usuário de negócio, porém, seja também eficiente para representar processos complexos. Fornece um mapeamento entre os gráficos da notação e as construções subjacentes das linguagens de execução, particularmente BPEL (Business Process Execution Language).

### Elementos




Os elementos são divididos em quatro categorias básicas:

- Objetos de Fluxo
- Objetos de Conexão
- *Swimlanes*
- Artefatos

### Objetos de Fluxo



Objeto	Descrição	Figura
Evento	É algo que acontece durante um processo do negócio. Estes eventos afetam o fluxo do processo e têm geralmente uma causa (trigger) ou um impacto (result). Há três tipos de eventos, baseados sobre quando afetam o fluxo: Start, Intermediate, e End.	
Atividade	É um termo genérico para um trabalho executado. Os tipos de atividades são: Tarefas e sub-processos. O sub-processo é distinguido por uma pequena cruz no centro inferior da figura.	
Gateway	É usado para controlar a divergência e a convergência da sequência de um fluxo. Assim, determinará decisões tradicionais, como juntar ou dividir trajetos.	

## Objetos de Conexão

Objeto	Descrição	Figura
Fluxo de sequência	É usado para mostrar a ordem (seqüência) com que as atividades serão executadas em um processo.	
Fluxo de mensagem	É usado para mostrar o fluxo das mensagens entre dois participantes diferentes que os emitem e recebem.	
Associação	É usada para associar dados, texto, e outros artefatos com os objetos de fluxo. As associações são usadas para mostrar as entradas e as saídas das atividades.	

## Swimlanes

São mecanismos de organização das atividades em categorias visuais separadas.




Objeto	Descrição	Figura
Pool	Um <i>pool</i> representa um participante em um processo. Ele atua como um container gráfico para dividir um conjunto de atividades de outros <i>pools</i> , geralmente no contexto de situações de B2B.	
Lane	Uma <i>lane</i> é uma subdivisão dentro de um <i>pool</i> usado para organizar e categorizar as atividades.	

- Pools
  - São utilizados quando o diagrama envolve duas entidades de negócio ou participantes que estão separados fisicamente no diagrama;
  - Especifica o "que faz o que" colocando os eventos e os processos em áreas protegidas, chamados de *pools*.
- Lanes
  - Tem como objetivo a separação das atividades associadas para uma função ou papel específico;
  - O *lane* representa um departamento dentro dessa organização que é representada pelo *pool*.

## Artefatos (artefacts)

Possibilitam a ilustração das entradas e saídas nas atividades dos processos.









Objeto	Descrição	Figura
Objetos de dados	O objeto de dado é um mecanismo para mostrar como os dados são requeridos ou produzidos por atividades. São conectados às atividades com as associações.	
Grupo	Um grupo é representado por um retângulo e pode ser usado para finalidades de documentação ou de análise.	
Anotações	As anotações são mecanismos para fornecer informações adicionais para o leitor de um diagrama BPMN.	

## Eventos




Ocorrência que dispara uma atividade e são categorizadas pelo tipo (início, intermediário e fim) e pelo gatilho (nenhum, mensagem, temporizador, condicional, sinal, exceção, cancelamento, compensação, ligação, múltiplo ou terminação). O símbolo básico de um evento é um pequeno círculo que pode ser complementado pelo seu tipo e seu gatilho. O início é representado por uma borda fina, o evento intermediário é representado por uma borda dupla e o evento de fim é representado por uma borda espessa.

- Gatilhos dos Eventos de Início
  - Existem várias formas de iniciar processos de negócio. O gatilho para um evento de início é desenhado para mostrar o mecanismo geral que instanciará um determinado processo em particular;
  - Existem seis (6) gatilhos para eventos de início em BPMN:









Gatilho	Descrição	Representação
Nenhum	O modelador não exibe um gatilho. Isto também é usado para um subprocesso que inicia quando o fluxo é disparado por seu processo pai.	
Mensagem	Uma mensagem chega de um participante e dispara o início do processo.	
Temporizador	Uma data/hora específica ou um ciclo específico (por exemplo, toda segunda-feira às 9 da manhã) pode ser definido para disparar o início do processo.	
Condicional	Este gatilho dispara o evento quando uma regra ou condição é verdadeira. A expressão condicional deve voltar a ser falsa antes do gatilho poder disparar o evento novamente.	
Sinal	Um sinal chega depois de ser transmitido por outro processo e dispara o início do processo. Observe que um sinal não é uma mensagem, a qual possui um destino específico. Múltiplos processos podem ter seus eventos de início disparados por um mesmo sinal transmitido.	
Múltiplo	Isto significa que existem várias formas de disparar o processo. Apenas um deles é necessário para disparar o processo. Os atributos do evento de início definirão quais são os outros tipos de gatilhos que se aplicam.	

- Resultados de Eventos Intermediários
  - Existem dez (10) tipos de eventos intermediários em BPMN. Cada tipo de evento intermediário terá um ícone diferente no centro da representação gráfica para diferenciá-lo;
  - Quando colocado dentro do fluxo principal de um processo pode ser usado para dois propósitos. Responder ("receptor") a um gatilho de evento ou pode ser usado para lançar ("emissor") o gatilho de evento. Quando anexado à fronteira de uma atividade pode ser usado apenas como "receptor" de um gatilho de evento.

Aqui será representado apenas os que foram utilizados no trabalho:

Tipo	Descrição	Representação
Condicional	Este tipo de evento é disparado quando uma condição se torna verdadeira.	
Mensagem	Uma mensagem chega de um participante e dispara o evento. Isto faz com que o processo continue se estiver esperando pela mensagem, ou muda o fluxo para tratamento da exceção. Quando usado para receber a mensagem, então o símbolo do evento será sem preenchimento. Em um fluxo normal, eventos intermediários de mensagem podem ser usados para envio de mensagens a um participante. Quando usado para lançar a mensagem, o símbolo será com preenchimento. Se usado para tratamento de exceção, ele mudará o fluxo normal em um fluxo de exceção.	 

- Resultados de Eventos de Fim
  - Existem 8 resultados de eventos de fim, confira na tabela abaixo:

Resultado	Descrição	Representação
Nenhum	O modelador não exibe um resultado. É também usado para mostrar o fim de um subprocesso que encerra, o qual provoca a volta para o processo pai.	
Mensagem	Indica que uma mensagem será enviada para um participante ao concluir o processo.	
Exceção	Indica que uma exceção nomeada deve ser gerada. A exceção será capturada pelo evento intermediário receptor de exceção, com o mesmo código de erro ou nenhum código de erro, que está na fronteira da atividade pai imediatamente acima (hierarquicamente). O comportamento é indefinido se nenhuma atividade no processo possui tal evento intermediário receptor de exceção. O sistema que executa o processo pode definir um tratamento adicional de exceção neste caso. O tratamento comum seria o término da instância do processo.	
Cancelamento	É usado dentro de um subprocesso de transação. Isto indicará que a transação deve ser cancelada e disparará um evento intermediário receptor de cancelamento na fronteira do subprocesso. Além do mais, isto indicará que uma mensagem de cancelamento do protocolo de transação deve ser enviada para qualquer entidade envolvida na transação.	
Compensação	Indica que uma compensação é necessária. Se uma atividade estiver identificada, então esta é a atividade que será compensada. Ao contrário, todas as atividades que foram completadas dentro do processo, iniciando com o processo de nível mais alto e incluindo todos os subprocessos, estão sujeitos à compensação, procedendo em ordem reversa. Para ser compensada, uma atividade DEVE possuir um evento intermediário receptor de compensação anexada à sua fronteira.	
Sinal	Indica que um sinal será transmitido quando o fim for alcançado. Observe que o sinal, o qual é transmitido para qualquer processo que possa receber o sinal, pode ser enviado através de níveis de processos ou pools, mas não é uma mensagem (o qual possui origem e destino específicos).	
Término	Indica que todas as atividades no processo devem ser imediatamente finalizadas. Isto inclui todas as instâncias dos subprocessos multi-instâncias. O processo é finalizado sem compensação ou tratamento de eventos.	
Múltiplo	Isto significa que existem múltiplas consequências ao finalizar o processo. Todas elas ocorrerão (por exemplo, múltiplas mensagens poderiam ser enviadas). Os atributos do evento de fim definirão quais são os outros tipos de resultados que se aplicam.	

## Atividades

Trabalho executado dentro de um processo de negócio e é dividido em atômica ou não-atômica (composta). Atividades que fazem parte de um diagrama de processos de negócio são: processo, subprocesso e tarefa. Entretanto, um processo não é um objeto gráfico específico, mas um conjunto de objetos gráficos.

## Subprocesso

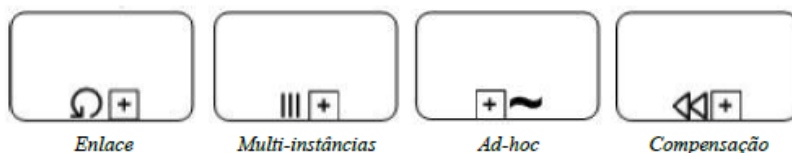
Atividade composta que possui detalhes definidos de um fluxo de outras atividades. Pode ser denominado um objeto gráfico dentro de um fluxo de processo, mas possibilita a expansão para exibir outro processo embutido ou reutilizável. Possibilita também o compartilhamento da mesma forma gráfica que um objeto de tarefa.

Quando se encontra no estado de uma forma contraída há uma ocultação dos seus detalhes. Estando na forma expandida que exibe seus detalhes dentro da visão a qual ele se encontra. Na forma contraída, o objeto utiliza marcador para diferenciá-lo de um objeto de tarefa, este marcador *deve* ser um pequeno quadrado com um sinal de mais (+) dentro e ficar posicionado no centro inferior do objeto conforme a ilustração abaixo.



*Subprocesso contraído*

Há cinco tipos de marcadores padrões para subprocessos na BPMN. O marcador contraído pode ser combinado com outros quatro marcadores. O de enlace, multi-instâncias, ad-hoc e o de compensação. Um marcador contraído pode ter de um a três destes outros marcadores em todas as combinações com exceção das combinações que possuem o marcador de enlace com o marcador multi-instâncias. O enlace pode ser usado em combinação com qualquer um dos outros, exceto o de multi-instâncias. No caso de um marcador multi-instâncias pode ser usado em combinação com todo e qualquer um dos outros marcadores exceto o de enlace. Marcador para um subprocesso que não possui ordem para suas atividades deve ser um sinal de til, o ad-hoc, e pode ser usado em combinação com todo e qualquer um dos outros marcadores. Em caso de ser um marcador de compensação pode ser usado em combinação com todo e qualquer um dos outros marcadores. Mas todos estes marcadores devem ser agrupados ao centro na parte inferior da representação gráfica. Conforme a ilustração abaixo:



## Tarefa

Atividade atômica que é incluída dentro de um processo. É usada quando o trabalho em um processo não é quebrado em um nível menor de detalhe. Em muitos casos um usuário final e/ou uma aplicação costumam executar a tarefa quando ela está em andamento. Um objeto de tarefa compartilha a mesma forma gráfica de um subprocesso, que é um retângulo com bordas arredondadas.



Tarefa

A BPMN especifica três tipos de marcadores para cada tarefa, onde temos um para enlace, um de múltiplas instâncias e um de compensação e em uma tarefa pode haver um ou dois destes marcadores. Para uma tarefa que se repete deve ser uma pequena linha com uma cabeça de seta apontando para o final dela mesma, o enlace, ele pode ser usado em combinação com o de compensação. Quando uma tarefa possui múltiplas instâncias deve ser descrita com um conjunto de três pequenas linhas verticais em paralelo. Multi-instâncias pode ser usado em combinação com o de compensação, porém, quando for uma tarefa de compensação deve ser descrito como um par de triângulos apontando para a esquerda e ele pode ser usado em combinação com qualquer um dos marcadores. Marcadores que forem utilizados devem ser agrupados ao centro na parte inferior da representação gráfica da tarefa.



Os tipos de atividades são:

- Tarefa de Serviço: tarefa que fornece alguma espécie de serviço, que pode ser um *web service* ou uma aplicação automatizada;
- Tarefa de Recepção: designada a esperar por uma mensagem que chega de um participante externo (relativo ao processo de negócio). Recebida a mensagem, a tarefa está completa. Ela é geralmente usada para iniciar um processo, de certo modo, a instanciação do processo está acoplada à recepção da mensagem;
- Tarefa de Envio: Designada a enviar uma mensagem para um participante externo que seja relativo ao processo de negócio e uma vez enviada a mensagem, a tarefa está completa;
- Tarefa de Usuário: onde um participante humano executa a tarefa com assistência de um software aplicativo e fica agendado através de um gerenciador de lista de tarefas de alguma espécie;
- Tarefa de Script: Executada por uma máquina de processos de negócio. Define-se um script em uma linguagem que a máquina consiga interpretar e ao se encontrar apta para começar, a máquina executará o script;



- Tarefa Manual: É executada sem auxílio de qualquer máquina de execução de processo de negócio ou qualquer aplicação. Um exemplo disso pode ser a instalação de um telefone no local de um cliente.

## Gateways

Controlam a divergência e convergência da sequência que flui em um processo. Elas são representadas por um losango e o desenho no interior do losango determina os diferentes tipos. Abaixo exemplo segue alguns exemplos de diferentes gateways:



*Exclusivo*



*Paralelo*



*Inclusivo*

Existem outros tipos de gateways, mas aqui só serão detalhados os três usados no trabalho:

- Exclusivo: permite apenas um caminho de execução de saída a ser executado, dependendo das condições definidas nos fluxos de saída;
- Paralelo: permite definir caminhos simultâneos. Quando divergente, ele cria um novo caminho de execução para cada conexão de saída; quando convergente, ele aguarda todas as ligações terminarem e continua com um caminho de execução;
- Inclusivo: versão menos restritiva do gateway exclusivo. Ele permite que um ou mais caminhos de continuar quando divergentes, dependendo das condições definidas nos fluxos de saída.