



Igor Tona Peres

**Simulação de políticas de agendamento em serviços
ambulatoriais**

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. Sílvio Hamacher
Co-orientador: Prof. Fernando Luiz Cyrino Oliveira

Rio de Janeiro
Março de 2017



Igor Tona Peres

Simulação de políticas de agendamento em serviços ambulatoriais

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

Prof. Silvio Hamacher

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Fernando Luiz Cyrino Oliveira

Co-orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Dr. Paulo Lísias Salomão

VITTA / SP

Prof. Thaís Spiegel

Universidade Estado do Rio de Janeiro - UERJ

Prof. Márcio da Silveira Carvalho

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 09 de março de 2017

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

Igor Tona Peres

Graduou-se em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em 2011. Aluno de mestrado da PUC-Rio desde março de 2015.

Ficha Catalográfica

Peres, Igor Tona

Simulação de políticas de agendamento em serviços ambulatoriais / Igor Tona Peres ; orientador: Silvio Hamacher ; co-orientador: Fernando Luiz Cyrino Oliveira. – 2017.

130 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2017.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Agendamento de consultas. 3. Simulação de eventos discretos. 4. Sistemas de saúde. 5. Revisão sistemática. 6. Políticas de agendamento. I. Hamacher, Silvio. II. Oliveira, Fernando Luiz Cyrino. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV. Título.

CDD: 658.5

Agradecimentos

Aos meus pais, Sérgio e Fabíola, agradeço por todo apoio, educação, carinho, amor, torcida e confiança. Sem eles nada disso teria sido possível.

Aos meus irmãos, Gabriel e Ian, pelo suporte e companheirismo em todos os momentos que precisei, e a toda minha família pelos valores adquiridos.

À Leila, pela ajuda, paciência, incentivo e por estar sempre ao meu lado nessa jornada. Obrigado por tudo.

Aos orientadores Sílvio Hamacher e Fernando Cyrino, por todo suporte, atenção, correções, incentivos e oportunidades durante o desenvolvimento da dissertação. Obrigado por todos os ensinamentos.

Aos professores do DEI/PUC-Rio por todo conhecimento compartilhado e pelas oportunidades de aprendizado.

Aos meus colegas e amigos da PUC-Rio, obrigado por dividirem as dúvidas, experiências e por tornar toda essa trajetória um pouco mais fácil.

Ao CNPQ, FAPERJ e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos e pelo excelente ambiente, materiais e professores disponíveis, sem os quais este trabalho não teria sido possível.

Ao Dr. Fábio, por oferecer um excelente ambiente de estudo aplicado para o desenvolvimento desta pesquisa.

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

Resumo

Peres, Igor Tona; Hamacher, Sílvio (Orientador); Oliveira, Fernando Luiz Cyrino (Co-Orientador). **Simulação de políticas de agendamento em serviços ambulatoriais**. Rio de Janeiro, 2017. 130p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Os sistemas de agendamento de consultas tradicionalmente realizam as marcações dos pacientes em intervalos fixos de tempo, sem levar em consideração diversos fatores de complexidade do sistema de saúde. Isso pode causar mão de obra ociosa em alguns períodos do dia e longas filas de espera de pacientes em outros momentos. Nesse contexto, esta dissertação tem como intuito propor uma nova política de agendamento para uma clínica especializada em cirurgia bariátrica do Rio de Janeiro, considerando os fatores desse sistema: tempos de serviços estocásticos, impontualidade do paciente, atrasos e interrupções do serviço, e presenças de *no-shows*. Esta dissertação analisou diversos cenários com *overbooking* (marcação de pacientes adicionais), e testou as principais políticas por meio de simulação, propondo a mais adequada para a clínica. As 18 políticas de agendamento aplicadas foram encontradas através de uma extensa revisão sistemática da literatura. Com a utilização da política de agendamento OFFSET, foi possível aumentar o número de atendimentos em 30% para o agendamento do principal provedor da clínica, mantendo o nível de serviço prestado. Além disto, foi proposta uma nova política de agendamento, denominada DOME CYCLE, que teve resultados superiores às demais políticas da literatura na média dos cenários realizados.

Palavras-chaves

Agendamento de consultas; simulação de eventos discretos; sistemas de saúde; revisão sistemática; políticas de agendamento.

Abstract

Peres, Igor Tona; Hamacher, Sílvio (Advisor); Oliveira, Fernando Luiz Cyrino (Co-Advisor). **Simulation of appointment-scheduling policies in outpatient services**. Rio de Janeiro, 2017. 130p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Appointment-scheduling systems traditionally schedule patient appointments at fixed intervals, without taking into account several complexity factors of health-care system. This schedule can make the server idle at certain times of the day and can produce long queues of patients at other times. In this context, the objective of this study is to propose a new scheduling policy for a clinic specialized in bariatric surgery in Rio de Janeiro, considering the following factors of this system: stochastic service times, patient unpunctuality, delays and interruptions of the provider and presences of no-shows. This study analyzed several scenarios with overbooking, and tested the main policies with a simulation model, proposing the most appropriate for the clinic. The 18 scheduling policies applied were found through an extensive systematic review of the literature. With the use of the OFFSET scheduling policy, it was possible to increase the number of appointments by 30% to the scheduling of the main clinic provider, maintaining the level of service provided. In addition, a new scheduling policy, called DOME CYCLE, was proposed, which has outperformed the other policies in the average of the tests performed.

Keywords

Appointment scheduling; discrete event simulation; healthcare; systematic review; scheduling policies.

Sumário

1	Introdução	14
1.1.	Contextualização da Pesquisa	14
1.2.	Motivação	15
1.3.	Objetivo	17
1.4.	Classificação da Pesquisa	18
1.5.	Organização do trabalho	19
2	Revisão sistemática da literatura	20
2.1.	Metodologia	20
2.2.	Identificação dos estudos	24
2.3.	Síntese da literatura	28
2.3.1.	Fatores de complexidade do ambiente	28
2.3.1.1.	Número de serviços	34
2.3.1.2.	Número de servidores	34
2.3.1.3.	Número de agendamentos	34
2.3.1.4.	Processo de chegada	35
2.3.1.5.	Tempo de serviço	37
2.3.1.6.	Atraso e interrupções do serviço	38
2.3.1.7.	Disciplina da fila	38
2.3.1.8.	Preferências dos pacientes e dos provedores	40
2.3.2.	Indicadores de desempenho	41
2.3.2.1.	Indicadores de custo	42
2.3.2.2.	Indicadores de tempo	43
2.3.2.3.	Indicadores de congestionamento	44
2.3.2.4.	Indicadores de equidade	44
2.3.2.5.	Outros indicadores	44
2.3.3.	Políticas de agendamento	45
2.3.3.1.	Regras de agendamento	46
2.3.3.2.	Classificação do paciente	48
2.3.3.3.	Ajustes para <i>no-shows</i> e <i>walk-ins</i>	49
2.3.4.	Método para análise de Políticas de Agendamento	51

2.4. Análise dos resultados dos artigos selecionados na revisão	52
3 Estudo de caso	55
3.1. Tempos de serviços	59
3.2. Impontualidade dos pacientes	60
3.3. Atraso e interrupções do serviço	61
3.4. <i>No-show</i> de pacientes	62
3.5. Disciplina da fila	64
4 Método	65
4.1. Modelo de Simulação	65
4.2. Premissas básicas	67
4.3. Cenário atual	67
4.4. Políticas de agendamento	68
4.5. Validação do modelo	70
4.6. Geração de cenários	72
4.7. Indicadores de desempenho	74
5 Resultados	76
5.1. Cenário 1 – Situação Atual	76
5.2. Cenário 2 – Cenário atual sem atraso do médico	77
5.3. Cenário 3 – Situação proposta sem atraso e com <i>overbooking</i> de pacientes	79
5.4. Cenário 4 – Análise de sensibilidade com redução do <i>no-show</i>	80
5.5. Cenário 5 – Análise de sensibilidade com aumento do <i>no-show</i>	82
5.6. Cenário 6 – Horário alternativo (10h-17h45min)	83
5.7. Cenário 7 – Horário alternativo (10h-16h30min)	84
5.8. Cenário 8 – Horário alternativo (13h-17h30min)	86
5.9. Comparação entre as políticas de agendamento	87
5.10. Discussão	92
6 Conclusão	98
7 Referências	102

Apêndice A - Formulações das regras de agendamento	106
Apêndice B - Regras de sequenciamento	111
Apêndice C - Regra para ajuste de intervalo de agendamento	114
Apêndice D - Descrição dos artigos analisados na revisão da literatura	115
Apêndice E – Teste estatístico do <i>no-show</i> por dia da semana	125
Apêndice F – Teste estatístico do <i>no-show</i> por classe de paciente	126
Apêndice G – Ajuste do <i>no-show</i> de cada horário pela proporção de pacientes	127
Apêndice H – Teste estatístico do <i>no-show</i> por horário do dia	128
Apêndice I – Teste estatístico do <i>no-show</i> por horário do dia (retirando faixa de 18h-19h)	129
Apêndice J – Formulação da regra proposta (DOME CYCLE)	130

Lista de figuras

Figura 1 – Resultado da seleção dos artigos por etapas	23
Figura 2 - Gráfico de publicações por ano em grupos de quatro anos	26
Figura 3 – Regras de Agendamento	47
Figura 4– Outras regras de agendamento encontradas na literatura	48
Figura 5 – Modelo conceitual do processo de consulta	58
Figura 6 – Modelo de Simulação	66
Figura 7 – Regras de Agendamento utilizadas na aplicação	68
Figura 8 – Regra de Agendamento DOME CYCLE	69
Figura 10 – Comparação do comportamento do tempo médio de fila entre os Cenários 1 e 3 por faixa de horário agendado	95
Figura 11 – Comparação do comportamento do tempo médio de fila entre os Cenários 6, 7 e 8 por faixa de horário agendado	95
Figura 12 – Horários do turno da tarde da política DOME CYCLE no Cenário 7	100
Figura 13 – Horários do turno da tarde da política DOME no Cenário 7	100
Figura 14 – Exemplo de regra IBFI sem ajuste e com ajustes nos intervalos de agendamento (IBFIA)	114

Lista de tabelas

Tabela 1 - Identificação dos estudos	25
Tabela 2– Total de artigos por fonte de publicação	27
Tabela 3– Total de publicações e citações por primeiro autor	27
Tabela 4 – Fatores de complexidade dos artigos	31
Tabela 5 – Comparação quantitativa do desempenho das regras de agendamento	53
Tabela 6 – Comparação quantitativa do desempenho das regras de sequenciamento	54
Tabela 7 – Classificação dos médicos por nº de consultas realizadas entre 29/06/2015 a 29/06/2016	56
Tabela 8 – Resumo das estatísticas dos dados coletados	62
Tabela 9 – Média de cada indicador para o cenário atual	66
Tabela 10 – Validação do modelo	70
Tabela 11 – Comparação do desvio do tempo de fila por horário agendado	71
Tabela 12 – Configurações dos fatores de complexidade de cada cenário	72
Tabela 13 – Resultados do Cenário 1	76
Tabela 14 – Resultados do Cenário 2	78
Tabela 15 – Resultados do Cenário 3	79
Tabela 16 – Resultados do Cenário 4	81
Tabela 17 – Resultados do Cenário 5	82
Tabela 18 – Resultados do Cenário 6	84
Tabela 19 – Resultados do Cenário 7	85
Tabela 20 – Resultados do Cenário 8	86
Tabela 21 – Resultados dos desvios para o Cenário 1	88
Tabela 22 – Resultados dos desvios para o Cenário 3	89
Tabela 23 – Resultados dos desvios para o Cenário 6	90
Tabela 24 – Resultados dos desvios para o Cenário 7	90
Tabela 25 – Resultados dos desvios para o Cenário 8	91
Tabela 26 – Comparação entre as principais políticas de agendamento	91
Tabela 27 – Resultado dos cenários relevantes	93

Tabela 28 – Resumo dos artigos	115
Tabela 29 – Teste de significância da variação do no-show por dia da semana	125
Tabela 30 – Teste de significância da variação do no-show por classe de paciente	126
Tabela 31 – Ajuste do no-show de cada horário pela proporção de pacientes	127
Tabela 32 – Teste de significância da variação do no-show por horário do dia	128
Tabela 33 – Teste de significância da variação do no-show por horário do dia, com exceção do horário de 18h-19h	129

Lista de quadros

Quadro 1 – Testes das lógicas de busca nas bases de dados	21
Quadro 2 – Framework para formulação do problema	29
Quadro 3 – Framework de indicadores de desempenho	42
Quadro 4 – Framework para desenvolvimento de Políticas de Agendamento	45
Quadro 5 – Framework de Metodologias de análise de Políticas de Agendamento	51

1 Introdução

1.1.

Contextualização da Pesquisa

As despesas de saúde per capita aumentaram mais de 70% desde o início da década de 1990 nos países membros da *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD). Como resultado do aumento dos gastos, a despesa total no setor de saúde, atualmente, representa, em média, mais de 9% do PIB desses países. Entretanto, os países que gastam mais em saúde não são necessariamente os que obtêm melhores resultados, sugerindo que há espaço para obter maior valor para os investimentos em saúde (OECD, 2010).

No contexto brasileiro, segundo a *World Health Organization* (WHO, 2014), as despesas de saúde, somando despesas públicas e privadas, vêm crescendo nos últimos anos, de forma que, em 2014, os gastos somaram 8,3% do total do PIB brasileiro enquanto em 2004 eram 7,1%. Entretanto, observa-se que este crescimento não se traduziu em melhora real do sistema brasileiro, que vem sofrendo uma série de problemas nas mais diversas áreas da saúde. Ainda segundo a WHO, neste mesmo ano de 2014, as instituições privadas foram responsáveis por 54% do total movimentado em saúde, enquanto o setor público contribuiu com os 46% restantes.

Quando se acrescentam fatores tais como o envelhecimento da população, o aumento do número de casos crônicos e os orçamentos restritos para os setores de saúde, nota-se crescente pressão sobre os prestadores de serviços de saúde para a melhoria da eficiência (Gupta e Denton, 2008; OECD, 2010; Hall, 2012). Dessa forma, os criadores de políticas de saúde têm um interesse crescente em encontrar formas de incentivar a melhora do desempenho do sistema, o qual é medido em relação a indicadores de qualidade, eficiência e equidade. Tal melhora tem o

potencial de reduzir as tensões entre as crescentes demandas e os recursos limitados (EUROPEAN COMISSION, 2009).

Devido à complexidade dos sistemas de saúde, onde existem objetivos conflitantes, Delesie (1998) afirma que as abordagens de resolução de problemas devem-se concentrar principalmente na "solução" e "implementação" e, por isso, a aplicação de técnicas de Pesquisa Operacional (PO) é muito indicada nessa área. Segundo Hulshof *et al.* (2012), desde 1950, a aplicação de técnicas de PO nos serviços de saúde vem produzindo contribuições significativas na realização de ganhos de eficiência, e, portanto, vem demonstrando ser um mecanismo importante para a resolução dos problemas de planejamento em saúde.

Hans *et al.* (2012) definem as áreas gerenciais para o planejamento e controle dos serviços de saúde como: planejamento médico, planejamento da capacidade dos recursos, planejamento dos materiais e planejamento financeiro. Hulshof *et al.* (2012) definem os níveis de decisão de planejamento e controle em saúde, quais sejam: estratégico, tático, operacional (*offline* ou *online*). O presente estudo aborda o tema de agendamento de consultas, situado na área gerencial referente ao planejamento da capacidade dos recursos (Hans *et al.*, 2012) e no nível de decisão tático (Hulshof *et al.*, 2012).

1.2.

Motivação

Sistemas de agendamentos, para serviços em geral, são desenvolvidos para a atribuição de data e horário para as chegadas dos clientes em uma determinada unidade. Em um hospital, sistemas de agendamento podem ser necessários para controlar a chegada de pacientes para consultas, diagnósticos ou outros procedimentos e cirurgias (Bhattacharjee e Ray, 2016).

Esses sistemas podem ser uma fonte de insatisfação, tanto para pacientes quanto para provedores. Pacientes são afetados pela falta de disponibilidade de horários convenientes na agenda do provedor, principalmente, quando seu atendimento é de urgência, e os provedores são afetados pela incerteza do número de consultas em cada dia e pela variedade de casos que podem surgir. Esses fatores

podem afetar tanto a remuneração dos provedores quanto os seus níveis de satisfação no trabalho (Gupta e Denton, 2008).

Dessa forma, um sistema de agendamento é projetado para garantir a disponibilidade e pontualidade do serviço de saúde, atuando para melhorar a produtividade operacional e a experiência do cliente. Com o objetivo de melhorar a relação entre capacidade e demanda, um sistema de agendamento busca suavizar a demanda e reduzir a incerteza nas chegadas de pacientes, ao mesmo tempo em que conta com a disponibilidade dos recursos, como provedores e equipamentos. Dado que estes recursos são caros, a maximização da utilização é uma questão crítica. Por outro lado, no ambiente atual cada vez mais competitivo e orientado ao consumidor, os cuidados de saúde não estão imunes à intolerância dos pacientes aos longos tempos de espera, e que segundo Huang (1994), essa espera excessiva é muitas vezes a principal razão da insatisfação dos pacientes nos ambulatórios. Portanto, o objetivo geral de um sistema de agendamento bem projetado é conseguir um equilíbrio entre os objetivos concorrentes e conflitantes, de aumentar a utilização dos recursos e de reduzir o tempo de espera dos pacientes (Bhattacharjee e Ray, 2016; Cayirli e Veral, 2003; Cayirli *et al.*, 2012).

Sistemas de agendamentos são projetados para entregar o acesso conveniente aos serviços de saúde para todos os pacientes, tornar o fluxo de trabalho mais suave, reduzir a aglomeração nas salas de espera e respeitar as preferências dos pacientes e dos provedores (Gupta e Denton, 2008). O objetivo de um sistema de agendamento é encontrar uma política que otimize determinada medida de desempenho, considerando a incerteza do ambiente analisado (Cayirli e Veral, 2003).

As Políticas de Agendamento envolvem diferentes regras de agendamento de pacientes. O objetivo de uma regra de agendamento é definir um intervalo de tempo entre agendamentos e a quantidade de pacientes que devem ser agendados por horário (Cayirli e Veral, 2003).

Com vistas à criação de um sistema de agendamento apropriado para uma determinada clínica, é necessário considerar os fatores que afetam a eficiência do agendamento, tais como a variabilidade dos tempos de serviço do médico, a variabilidade dos intervalos entre chegadas dos pacientes (impontualidade), a taxa de

não comparecimento dos pacientes (*no-show*), a presença de pacientes não agendados (*walk-ins*) e de urgência, e quaisquer outras interrupções com potencial de perturbar o agendamento, sendo necessário uma avaliação constante destes sistemas (Cayirli e Veral, 2003; Gupta e Denton, 2008; Bhattacharjee e Ray, 2016).

Entretanto, conforme se nota na maior parte dos hospitais e clínicas brasileiros, o agendamento de consultas normalmente é feito em intervalos fixos de tempo sem levar em consideração os fatores perturbadores tratados acima. Dessa forma, um processo eficiente de agendamento que considere esses fatores pode melhorar o nível de serviço e/ou aumentar a receita do provedor nos serviços de saúde.

Nesse contexto, este trabalho irá analisar o processo de agendamento de uma clínica especializada em cirurgia bariátrica localizada no Rio de Janeiro. Essa clínica é caracterizada por possuir mão de obra ociosa em certos horários do dia e longas filas de espera de pacientes em outros. A política de agendamento atual marca os pacientes em intervalos fixos de tempo, e não considera os fatores perturbadores do sistema, quais sejam: tempos de serviços estocásticos, impontualidade do paciente, atrasos e interrupções do serviço e presenças de *no-shows*.

1.3.

Objetivo

De acordo com a problemática citada acima, esta dissertação tem como objetivo realizar uma pesquisa aplicada em uma clínica de cirurgia bariátrica. O objetivo principal é desenvolver uma política de agendamento que considere os fatores estocásticos do sistema a fim de melhorar o nível de serviço prestado (diminuição do tempo de espera em filas) e incrementar a receita da clínica, com o aumento do número de atendimentos e redução da ociosidade. O objetivo secundário é apresentar as técnicas mais utilizadas na literatura e o estado da arte em termos de políticas de agendamento, envolvendo regras de agendamento e sequenciamento, através de uma extensa revisão sistemática da literatura.

A pesquisa aqui aplicada possibilita testar as principais políticas encontradas na literatura por meio de um modelo de simulação e comparar o desempenho das diversas abordagens, verificando qual gerou os melhores resultados. O presente

trabalho também tem como objetivo verificar se é possível sugerir uma nova política de agendamento a partir do conhecimento obtido na revisão sistemática da literatura e, caso seja, pode-se testá-la no caso real da clínica em estudo. Outro objetivo é gerar cenários com diferentes horários de trabalho para diferentes períodos do ano, buscando encontrar o cenário ideal para períodos de alta, média e baixa demanda.

1.4.

Classificação da Pesquisa

Para a classificação da pesquisa foi utilizada a taxonomia proposta por Vergara (1997) que categoriza as pesquisas quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, a pesquisa pode ser classificada como uma investigação exploratória, uma vez que está sendo realizada em um tema em que o conhecimento ainda não está totalmente sistematizado, visto que as duas revisões da literatura existentes nesse tema não são sistemáticas, além de não serem recentes. Além disso, o tema envolvendo políticas de agendamento passou a ter mais publicações recentemente. Portanto, esses fatores adicionam ainda mais valor a esta pesquisa exploratória.

Ainda quanto aos fins, como esta pesquisa visa estudar o processo de agendamento de consultas de uma clínica de cirurgia bariátrica do sistema de saúde privado brasileiro, pode-se também classificá-la como uma pesquisa aplicada, já que possui finalidade prática de resolução de um problema concreto.

No que tange a classificação quanto aos meios, também segundo a classificação de Vergara (1997), a pesquisa pode ser descrita como:

- Bibliográfica: a revisão teórica foi realizada por meio de um estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em dissertações e artigos, sendo estes materiais acessíveis ao público em geral;
- Pesquisa de campo: a investigação empírica foi realizada no local do fenômeno (clínica) por meio de aplicação de entrevistas não estruturadas, observação direta e acesso a dados históricos.

- Experimental: ocorreu a manipulação e controle de variáveis independentes e observaram-se as variações que tais manipulações e controles produziram em variáveis dependentes na etapa de Simulação de Eventos Discretos;
- Estudo de caso: o estudo foi de profundidade e detalhamento tratando da observação de uma única empresa.

Pode-se classificar também a pesquisa quanto ao seu enfoque. Nesse trabalho, o enfoque é quantitativo e qualitativo. Quantitativo pelo fato de utilizar dados e informações quantitativas para provar hipóteses com base na medição numérica e análise estatística para estabelecer padrões de comportamento, e qualitativo por utilizar as informações e dados obtidos sem medição numérica para levantar ou refinar perguntas no processo de interpretação dos fenômenos e de atribuição de significados.

1.5.

Organização do trabalho

A estrutura da dissertação tem a seguinte forma. Após este capítulo de introdução, o Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura. O Capítulo 3 apresenta a problemática da clínica estudada, seguidos do Capítulo 4 que apresenta o método utilizado no estudo de caso e do Capítulo 5 que apresenta os resultados do estudo de caso. As principais conclusões e sugestões para pesquisas futuras são apresentadas no Capítulo 6.

2 Revisão sistemática da literatura

Neste capítulo será apresentada uma revisão da literatura sobre políticas de agendamento de consultas, que busca encontrar políticas que foram desenvolvidas e comparadas de forma quantitativa com as principais políticas existentes. A metodologia utilizada para a execução da pesquisa considera uma análise descritiva dos artigos selecionados, uma síntese com os principais resultados encontrados na literatura e uma análise desses resultados.

2.1.

Metodologia

De início, foi realizada uma revisão sistemática da literatura sobre políticas de agendamento de consultas. Para a seleção dos artigos, seguiu-se uma metodologia de seis passos adaptada de Thomé *et al.* (2012): (i) seleção das bases de dados; (ii) identificação das palavras-chave para a pesquisa; (iii) criação de critérios de exclusão; (iv) leitura dos resumos dos artigos encontrados na pesquisa e seleção para leitura do texto completo; (v) revisão do texto completo dos artigos selecionados; e (vi) inserção de outras referências consideradas relevantes por meio de pesquisa para trás, ou seja, “varredura” às referências citadas.

Na primeira etapa, duas bases de dados foram selecionadas para a realização da pesquisa: *Scopus* e *PubMed*. A base de dados *Scopus* é vastamente conhecida por possibilitar a pesquisa de artigos das principais revistas de diversas áreas de conhecimento científico, enquanto que a base de dados *PubMed* possibilita a pesquisa na literatura biomédica.

Na segunda etapa, as palavras-chave foram selecionadas, com o intuito de obter resultados que fossem abrangentes o suficiente para que os artigos relevantes fossem encontrados, mas que também limitasse o número total de resultados evitando

inviabilizar a pesquisa. Para isso, foram analisadas as palavras-chave utilizadas nos principais artigos sobre o tema, verificando quais as palavras que mais apareciam em palavras-chave o no resumo dos artigos. Dessa forma, antes de acordar a expressão de busca, muitas publicações foram analisadas e outras combinações de palavras-chave foram testadas.

Assim sendo, cinco “lógicas de busca” foram feitas a partir de combinações das palavras-chave mais encontradas nos artigos e, em seguida, testadas em ambas as bases. As lógicas de busca, o total de artigos encontrados em cada base e o total de artigos encontrados excluindo os artigos repetidos estão demonstrados no Quadro 1.

Quadro 1 – Testes das lógicas de busca nas bases de dados. Fonte: Elaboração própria.

	Lógicas de busca	Total de artigos na Scopus	Total de artigos na PubMed	Total de artigos excluindo repetições
(a)	{appointment scheduling}	324	194	353
(b)	{appointment scheduling} OR {appointment booking} OR {outpatient scheduling} OR {appointment-scheduling} OR {appointment-booking} OR {outpatient-scheduling}	387	234	420

Analisando o Quadro 1, percebe-se que existem outras maneiras de se referir ao agendamento de consultas além da expressão “*appointment scheduling*”, enumerada como (a), que é sem dúvidas a tradução mais usada. Por isso, optou-se por adicionar as expressões “*appointment booking*” e “*outpatient scheduling*” para não excluir artigos indevidamente. Além disso, pelo mesmo motivo, foram adicionadas expressões semelhantes às anteriores, mas com a presença do hífen entre elas, quais sejam: “*appointment-scheduling*”; “*appointment-booking*”; e “*outpatient-scheduling*”.

Conforme pode ser visto no Quadro 1, percebe-se que a presença de todas as expressões é importante para não excluir nenhum artigo indevidamente. Por isso, foi utilizada a lógica de busca (b), que compreende todas as expressões de busca.

A consulta às bases de dados foi realizada em julho de 2016, e dos resultados retornados foram filtrados somente artigos e revisões científicos publicados em periódicos indexados. Com o intuito de direcionar a pesquisa, as lógicas de busca foram aplicadas para *title*, *abstracts* e *keywords* dos artigos da base *Scopus* e para *title* e *abstracts* dos artigos da base *PubMed*, sem limitação para os tipos de *journals*. Dessa maneira, a pesquisa devolveu 621 artigos, sendo 201 duplicados, restando 420 para a leitura dos resumos.

Para a terceira etapa, foram criados os critérios de exclusão dos artigos, quais sejam: (i) o artigo não trata de políticas de agendamento de consultas; (ii) o artigo não é da área de saúde; e (iii) o artigo trata de programação de cirurgias. Após a leitura dos resumos e exclusão dos artigos de acordo com os critérios estabelecidos na quarta etapa, restaram 114 artigos para leitura de texto completo.

Na leitura e revisão do texto completo, que compreende a quinta etapa, somente os artigos que puderam ser encontrados via meio eletrônico foram considerados. Nessa etapa, os artigos foram excluídos seguindo os mesmos critérios citados anteriormente, adicionados a mais dois critérios observados durante as leituras, explicados a seguir.

Como o objetivo da pesquisa era encontrar trabalhos que testassem e/ou propusessem políticas de agendamento e comparassem de forma quantitativa com as principais políticas existentes, foram adicionados então os seguintes critérios de exclusão: (iv) o artigo considera apenas um dentre os diversos fatores de complexidade do ambiente de saúde (conforme fatores que serão apresentados no Quadro 2 da Seção 2.3.1); (v) o artigo não testa uma política de agendamento e compara de forma quantitativa com as principais políticas existentes na literatura.

Após a leitura do texto completo, 97 artigos foram excluídos, sendo seis no critério (i), três no critério (iv), 73 no critério (v) e 15 indisponíveis (ind.). Vale observar que, dos 73 artigos excluídos no critério (v), 58 também poderiam ser excluídos pelo critério (iv). Dessa forma, restaram 17 publicações selecionadas para o trabalho de síntese. Na sexta etapa, mais três documentos foram incluídos, totalizando 20 artigos selecionados. A Figura 1 apresenta um resumo do número de *papers* selecionados em cada etapa.

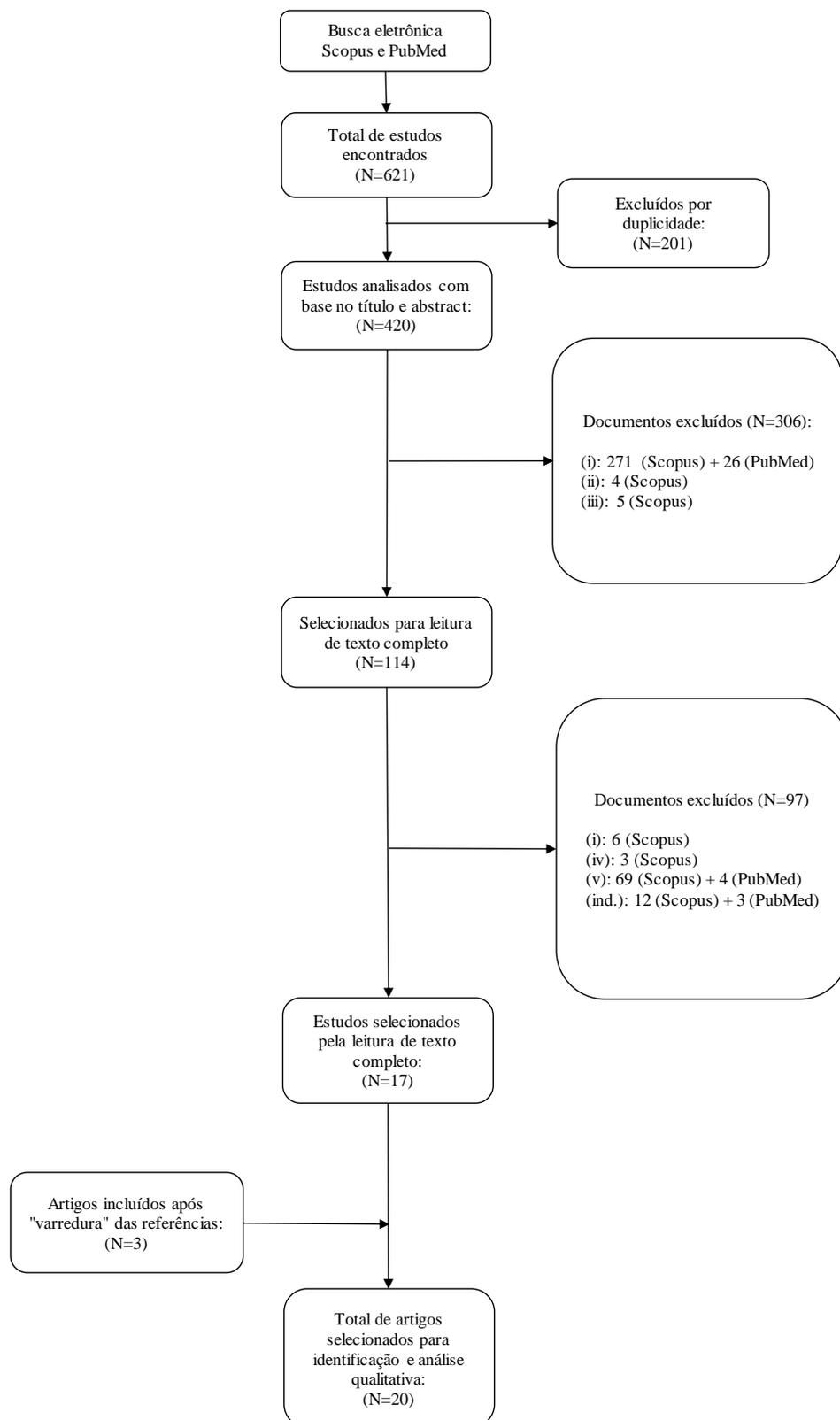


Figura 1 – Resultado da seleção dos artigos por etapas. Fonte: Elaboração própria.

Em suma, restou um total de 20 artigos selecionados para a identificação e análise do estudo. O resultado desta revisão será utilizado para complementar, de forma sistemática, as análises feitas nas revisões passadas de Cayirli e Veral (2003) e de Gupta e Denton (2008), que também foram encontradas nessa pesquisa, mas que foram excluídas na quinta etapa pelo critério (v). Como a última revisão encontrada foi a de 2008, e como essas duas revisões não foram feitas de forma sistemática, há uma necessidade de sistematizar os resultados encontrados e sintetizar o estado atual da arte neste tema.

No que tange à leitura dos artigos, a seleção descrita acima e a análise do conteúdo apresentada na próxima seção respeitam os cinco itens que, segundo Khan *et al.* (2003), devem ser obedecidos em uma revisão sistemática da literatura, quais sejam: identificação de forma clara do problema em estudo; decidir as questões abordadas; avaliar a qualidade dos estudos e ter um nível mínimo de aceitação; sintetizar os dados apresentando as características do estudo; e interpretar a pesquisa encontrada.

A identificação dos estudos, a síntese da literatura e a análise dos resultados encontrados encontram-se nas seções 2.2, 2.3 e 2.4, respectivamente.

2.2.

Identificação dos estudos

Inicialmente, foi realizada a identificação dos 20 estudos encontrados na revisão da literatura. Uma lista de todos os trabalhos incluídos nesta revisão, por autores, ano, fontes de publicação e número de citações da base *Scopus* é apresentada na Tabela 1, ordenada por número de citações.

Tabela 1 - Identificação dos estudos. Fonte: Elaboração própria.

Autor (es)	Ano	Fonte de publicação	Nº de citações
Klassen e Rohleder	1996	Jornal of Operations Management	137
Cayirli <i>et al.</i>	2006	Health Care Management Science	111
LaGanga e Lawrence	2007	Decision Sciences	105
Cayirli <i>et al.</i>	2008	Production and Operations Management	62
Rohleder e Klassen	2000	Omega	45
Klassen e Yoogalingam	2009	Production and Operations Management	43
Cayirli <i>et al.</i>	2012	Production and Operations Management	39
Ho e Lau	1999	European Journal of Operational Research	38
Klassen e Rohleder	2004	International Journal of Service Industry Management	36
White <i>et al.</i>	2011	Production and Operations Management	19
Klassen e Yoogalingam	2013	International Journal of Operations and Production Management	11
Jerbi e Kamoun	2011	Simulation Modelling Practice and Theory	8
Salzarulo <i>et al.</i>	2011	Production and Operations Management	7
Athula Wijewickrama e Takakuwa	2012	International Journal of Healthcare Technology and Management	4
Klassen e Yoogalingam	2014	Decision Sciences	4
Bhattacharjee e Ray	2016	Operations Research for Health Care	1
Sepúlveda e Berroeta	2012	Revista Medica de Chile	0
Bard <i>et al.</i>	2016	Health Care Management Science	0
Cayirli e Yang	2014	Service Science	-
Ho e Lau	1992	Management Science	-

Percebe-se que os artigos em periódicos selecionados para esta pesquisa foram publicados em diversas fontes. Quanto ao número de citações, pode-se observar que os trabalhos de Klassen e Rohleder (1996), Cayirli *et al.* (2006) e LaGanga e Lawrence (2007) foram os trabalhos mais citados, com 137, 111 e 105 citações, respectivamente.

Os trabalhos de Cayirli e Yang (2014) e de Ho e Lau (1992) não foram encontrados na base *Scopus* e *PubMed*, e, por isso, estão sem o número de citações. Esses foram trabalhos inseridos após a revisão das referências dos artigos selecionados, além do trabalho de Klassen e Rohleder (1996).

A Figura 2 apresenta a evolução dos artigos utilizados na pesquisa ao longo do tempo, em grupos de quatro anos.

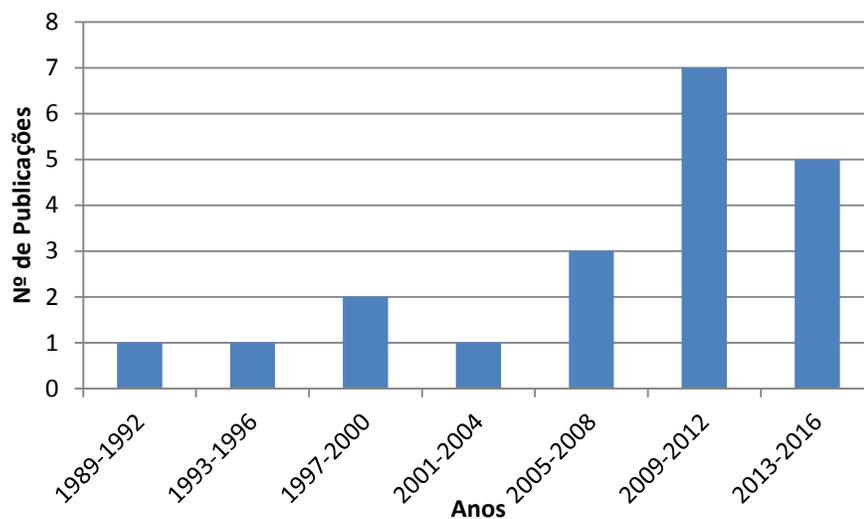


Figura 2 - Gráfico de publicações por ano em grupos de quatro anos. Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 2, observa-se uma análise do total de artigos selecionados em relação às fontes de publicação, na qual se pode verificar que a maioria dos trabalhos selecionados foram publicados em *journals* de alto fator de impacto, sendo a maior parte deles no periódico *Production and Operations Management*.

Tabela 2– Total de artigos por fonte de publicação. Fonte: Elaboração própria.

Fonte de publicação	Total de Publicações
Production and Operations Management	5
Decision Sciences	2
Health Care Management Science	2
European Journal of Operational Research	1
International Journal of Healthcare Technology and Management	1
International Journal of Operations and Production Management	1
International Journal of Service Industry Management	1
Management Science	1
Omega	1
Operations Research for Health Care	1
Revista Medica de Chile	1
Service Science	1
Simulation Modelling Practice and Theory	1
Jornal of Operations Management	1

A Tabela 3 indica o total de artigos selecionados por autor e o total de citações nesses trabalhos. Percebe-se que o autor Klassen e autora Cayirli tiveram o maior número de publicações selecionadas e o maior número de citações em seus trabalhos.

Tabela 3– Total de publicações e citações por primeiro autor. Fonte: Elaboração própria.

Primeiro Autor	Total de Publicações	Total de Citações
Klassen	5	231
Cayirli	4	212
LaGanga	1	105
Rohleder	1	45
Ho	2	38
White	1	19
Jerbi	1	8
Salzarulo	1	7
Athula Wijewickrama	1	4
Bhattacharjee	1	1
Bard	1	0
Sepúlveda	1	0

2.3.

Síntese da literatura

O estudo do agendamento de pacientes em serviços ambulatoriais tem atraído o interesse de muitos acadêmicos e profissionais ao longo dos últimos 60 anos, começando com os trabalhos pioneiros de Bailey (1952) e Lindley (1952). O primeiro trabalho de revisão da literatura neste tema foi o de Cayirli e Veral (2003).

Segundo Cayirli e Veral (2003), a literatura em políticas de agendamento pode ser separada em modelos estáticos e dinâmicos. Nos modelos de agendamento estáticos, os agendamentos são definidos antes do início da seção (dia de trabalho). Nos modelos dinâmicos, os agendamentos são revisados continuamente ao longo do dia com base no status atual do sistema, sendo aplicáveis a locais onde os pacientes já estão admitidos no hospital ou clínica e serão então encaminhados para algum serviço. Os trabalhos selecionados na revisão sistemática encontraram apenas modelos de agendamento estático, o que está alinhado com o objetivo do trabalho aplicado, que é o agendamento de pacientes que ainda não foram admitidos a uma clínica.

A síntese da literatura foi dividida em cinco subseções que serão tratadas a seguir, quais sejam: (i) fatores de complexidade do ambiente de saúde; (ii) indicadores de desempenho; (iii) políticas de agendamento; e (iv) metodologias de análise de políticas de agendamento.

2.3.1.

Fatores de complexidade do ambiente

Segundo Cayirli e Veral (2003), no que tange à definição e à formulação do problema de agendamento, pode-se dizer que os ambulatórios são considerados sistemas de filas. O caso mais simples é quando todos os pacientes agendados chegam pontualmente no horário marcado e apenas um único médico está atendendo com tempos de processamento estocásticos. A formulação torna-se complexa quando existem mais fatores envolvidos, tais como: a presença de múltiplos servidores; múltiplos serviços; pacientes impontuais; *no-shows*; *walk-ins* e variabilidade no tempo de serviço. Esses fatores podem acabar perturbando o desempenho do sistema,

assim como o atraso do provedor e as interrupções no serviço. O Quadro 2 resume os fatores relacionados à formulação do problema de agendamento de consultas. Este quadro foi adaptado de Cayirli e Veral (2003), e os itens 2.(iv)(b) e 2.(v) foram aqui melhor detalhados, com o acréscimo do item 2.(viii).

Quadro 2 – *Framework* para formulação do problema. Fonte: Adaptado de Cayirli e Veral (2003).

Formulação do Problema
1. Natureza do processo de decisão (i) Estático (ii) Dinâmico 2. Fatores de complexidade do ambiente (i) Número de serviços (estágio único ou múltiplo) (ii) Número de servidores (servidor único ou múltiplo) (iii) Número de agendamentos por seção (iv) Processo de chegada (a) Pontualidade dos pacientes (pontuais ou não) (b) Presença de <i>no-shows</i> e cancelamentos tardios - <i>No-show</i> identicamente distribuído - <i>No-show</i> aleatoriamente distribuído - <i>No-show</i> individual (por característica do paciente) (c) Presença de <i>walk-ins</i> regulares e emergenciais (preemptivos ou não) (d) Presença de acompanhantes do paciente (v) Tempo de serviço - Determinístico - Estocástico (distribuição empírica ou teórica) (vi) Atraso e interrupções do serviço (preemptivas ou não) (vii) Disciplina da fila (FCFS, por hora agendada, por prioridade) (viii) Preferência dos pacientes e dos provedores

Nesta subseção será apresentada a síntese das características da pesquisa bibliográfica quanto aos fatores de complexidade do Quadro 2, com o objetivo de abordar todos os fatores importantes para um sistema de agendamento.

As características de cada estudo com relação aos fatores de complexidade podem ser observadas na Tabela 4, ordenadas por ano crescente de publicação. Cada coluna corresponde a um fator, e para cada publicação, há indicação se determinado fator foi ou não abordado no estudo. Os fatores de complexidade “Número de servidores”, “Presença de acompanhantes do paciente” e “Preferência dos provedores” não estão presentes na tabela, uma vez que tiveram os mesmos

resultados em todos os artigos da revisão, quais sejam: servidor único, paciente sem acompanhantes e provedores sem preferências, respetivamente.

Tabela 4 – Fatores de complexidade dos artigos. Fonte: Elaboração própria.

Artigo	Múltiplos Serviços	Varia o nº de pacientes por seção	Pacientes impontuais	Processo de Chegada			Tempo de serviço estocástico (Distribuição estatística)	Atraso e interrupções do serviço	Disciplina da fila diferente de FCFS	Preferência dos pacientes
				Presença de <i>No-shows</i> (% <i>no-show</i>)	<i>Over-booking</i>	<i>Walk-ins</i>				
Ho e Lau (1992)	Não	Sim (10; 20; 30)	Não	Sim (0%; 10%; 20%)	Não	Não	Sim (Uniforme; Exponencial)	Não	Não	Não
Klassen e Rohleder (1996)	Não	Sim (19; 20; 21)	Não	Sim (5%)	Não	Sim	Sim (Lognormal)	Não	Não	Não
Ho e Lau (1999)	Não	Sim (10; 20; 30)	Não	Sim (0%; 10%; 20%)	Não	Não	Sim (Uniforme; Exponencial)	Não	Não	Não
Rohleder e Klassen (2000)	Não	Sim (19; 20; 21)	Não	Sim (5%)	Não	Sim	Sim (Lognormal)	Não	Não	Sim
Klassen e Rohleder (2004)	Não	Não (42)	Não	Sim (5%)	Não	Sim	Sim (Lognormal)	Não	Não	Não
Cayirli <i>et al.</i> (2006)	Não	Sim (10; 20)	Sim (Dist. Normal)	Sim (0%; 15%)	Não	Não	Sim (Lognormal)	Não	Sim (Ordem da agenda)	Não
LaGanga e Lawrence (2007)	Não	Sim (10; 30; 50)	Não	Sim (10%; 50%; 90%)	Sim	Não	Sim (Gamma)	Não	Não	Não
Cayirli <i>et al.</i> (2008)	Não	Não (10)	Sim (Dist. Normal)	Sim (0%; 15%)	Não	Sim	Sim (Lognormal)	Não	Sim (Ordem da agenda)	Não

Artigo	Múltiplos Serviços	Varia o nº de pacientes por seção	Processo de Chegada				Tempo de Serviço Estocástico (Distribuição estatística)	Atraso e interrupções do serviço	Disciplina da fila diferente de FCFS	Preferência dos pacientes
			Pacientes imediatos	Presença de <i>No-shows</i> (% <i>no-show</i>)	<i>Over-booking</i>	<i>Walk-ins</i>				
Klassen e Yoogalingam (2009)	Não	Não (21)	Não	Sim (0%; 10%; 20%; 30%)	Não	Não	Sim (Lognormal)	Não	Não	Não
White <i>et al.</i> (2011)	Sim	Não (32)	Não	Não	Não	Não	Sim (Lognormal; Gamma)	Não	Não	Não
Jerbi e Kamoun (2011)	Não	Não (27)	Não	Sim (10%)	Não	Sim	Sim (Lognormal)	Não	Não	Não
Salzarulo <i>et al.</i> (2011)	Não	Não (24)	Sim (Dist. Uniforme)	Não	Não	Não	Sim (Erlang)	Sim	Sim (Ordem da agenda)	Não
Cayirli <i>et al.</i> (2012)	Não	Sim (5; 10; 15; 20; 25)	Não	Sim (0%; 10%; 20%; 30%; 40%)	Sim	Sim	Sim (Lognormal)	Não	Não	Não
Athula Wijewickrama e Takakuwa (2012)	Sim	Sim (vários)	Não	Não	Não	Não	Sim (Lognormal)	Não	Não	Não
Sepúlveda e Berroeta (2012)	Não	Sim (10; 20)	Sim (Dist. Normal)	Sim (0%; 15%)	Não	Sim	Sim (Lognormal)	Não	Sim (Ordem da agenda)	Não
Klassen e Yoogalingam (2013)	Não	Sim (14; 21)	Não	Não	Não	Não	Sim (Lognormal)	Sim	Não	Não

Artigo	Múltiplos Serviços	Varia o nº de pacientes por seção	Processo de Chegada			Tempo de Serviço Estocástico (Distribuição estatística)	Atraso e interrupções do serviço	Disciplina da fila diferente de FCFS	Preferência dos pacientes	
			Pacientes impontuais	Presença de <i>No-shows</i> (% <i>no-show</i>)	<i>Over-booking</i>					<i>Walk-ins</i>
Klassen e Yoogalingam (2014)	Não	Não (24)	Sim (Dist. Normal)	Sim (0%; 12,5%; 25%)	Sim	Não	Sim (Lognormal)	Não	Sim (Ordem da agenda)	Não
Cayirli e Yang (2014)	Não	Não (15)	Não	Sim (15%; 30%)	Sim	Sim	Sim (Lognormal)	Não	Não	Não
Bhattacharjee e Ray (2016)	Não	Não (18)	Sim (Dist. Uniforme)	Sim (10%; 20%; 30%; 40%)	Não	Sim	Sim (Beta; Erlang; Weibull)	Não	Sim (Ordem da agenda)	Não
Bard <i>et al.</i> (2016)	Sim	Não (9)	Sim (Dist. Johnson)	Sim (10,9%; 21,8%)	Não	Não	Sim (Lognormal; Beta; Gamma; Erlang; Weibull; Exponencial)	Não	Sim (Ordem da agenda)	Não

2.3.1.1.

Número de serviços

Segundo Cayirli e Veral (2003), a maior parte da literatura aborda o caso de serviços de estágio único, ou seja, não aborda problemas onde o paciente percorre por diversos serviços diferentes, como consultas, exames de imagem, exames de sangue, entre outros. Nos artigos desta revisão, a maioria também aborda o caso de estágio único, com exceção dos trabalhos de White *et al.* (2011), Athula Wijewickrama e Takakuwa (2012) e Bard *et al.* (2016), que analisam o agendamento em processos com estágios múltiplos.

2.3.1.2.

Número de servidores

Quanto ao número de servidores, Cayirli e Veral (2003) verificaram que em clínicas especialistas costuma-se trabalhar com pacientes que são atendidos por um único servidor, visto que existe uma relação de afinidade entre o paciente com seu especialista, sendo este o tipo mais abordado na literatura. Já em clínicas de cuidado primário, costuma-se trabalhar com servidores múltiplos, uma vez que a relação de afinidade paciente-provedor é mais fraca. Nos trabalhos desta revisão, todos os artigos estudaram processos de clínicas especialistas, sendo verificado que, em todos eles, os servidores foram tratados como únicos, o que está coerente com a revisão de Cayirli e Veral (2003).

2.3.1.3.

Número de agendamentos

O número de agendamentos por seção é também um fator do sistema e possui, segundo Ho e Lau (1992), interação direta com o *no-show* e com a variabilidade do tempo de serviço, uma vez que pacientes em excesso podem sobrecarregar o sistema, o que levaria a um aumento do tempo de fila.

A maioria dos artigos encontrados varia o número de agendamentos como forma de avaliar a sensibilidade das políticas de agendamento (Ho e Lau, 1992; Klassen e Rohleder, 1996; Ho e Lau, 1999; Rohleder e Klassen, 2000; Cayirli *et al.*,

2006; LaGanga e Lawrence, 2007; Cayirli *et al.*, 2012; Athula Wijewickrama e Takakuwa, 2012; Sepúlveda e Berroeta, 2012; Klassen e Yoogalingam, 2013).

2.3.1.4.

Processo de chegada

Quanto ao processo de chegada, Cayirli e Veral (2003) dividem esse fator em quatro elementos, quais sejam: (a) pontualidade do paciente; (b) presença de *no-shows*; (c) presença de *walk-ins*; e (d) presença de acompanhantes do paciente.

O primeiro se refere à pontualidade do paciente, ou seja, se os pacientes chegam no horário agendado ou se existe variabilidade nessa chegada, com frequentes atrasos que podem levar a ociosidade do provedor. A impontualidade do paciente é calculada pela diferença entre o horário da chegada e o horário agendado. A maioria dos artigos estudados assume que os pacientes são pontuais, com exceção dos trabalhos de Cayirli *et al.* (2006), Cayirli *et al.* (2008), Salzarulo *et al.* (2011), Sepúlveda e Berroeta (2012), Klassen e Yoogalingam (2014), Bhattacharjee e Ray (2016) e Bard *et al.* (2016). Estes trabalhos consideram distribuições estatísticas para representar a impontualidade, sendo a distribuição Normal a mais utilizada, seguida da Uniforme e da Johnson, conforme foi apresentado na Tabela 4. Cayirli e Veral (2003) colocaram que evidências empíricas mostravam que pacientes chegam em média mais cedo do que mais tarde em relação ao horário agendado, o que também é verificado neste trabalho, sendo que a maioria dos estudos que consideraram a impontualidade verificaram que a média da antecipação do paciente é de 15 minutos, com desvio padrão de 25 minutos. Devido ao alto desvio padrão, apesar de, em média, pacientes chegarem mais cedo, existirá um percentual de pacientes que chegará atrasado, podendo gerar ociosidade do médico, o que torna importante considerar esse fator de complexidade em sistemas com essa característica. Foram encontrados os seguintes valores, respectivamente, de média e desvio em cada estudo: -17 e 27 em Cayirli *et al.* (2006); -15 e 25 em Cayirli *et al.* (2008); -7,5 e 7,2 em Salzarulo *et al.* (2011); -15 e 25 em Sepúlveda e Berroeta (2012); e -9,39 e 13,7 em Klassen e Yoogalingam (2014). Os trabalhos de Bhattacharjee e Ray (2016) e Bard *et*

al. (2016) não especificaram a média e o desvio padrão utilizados para impontualidade.

O segundo elemento do processo de chegada se refere à presença de *no-show* de pacientes. Esse elemento deve ser analisado uma vez que o aumento da probabilidade do paciente faltar acarreta em maior probabilidade do servidor ficar ocioso. Segundo a recente revisão sistemática da literatura nesse tema feita por Dantas (2016), a taxa média de *no-show* observada em 102 estudos empíricos foi de 23,0%, tendo o menor valor igual a 4% em uma clínica de terapia venosa e o maior sendo 79,2% em uma clínica de fisioterapia. O *no-show* aparece na literatura de políticas de agendamento de três formas: (i) identicamente distribuído ao longo do dia, ou seja, considera-se o *no-show* como uma distribuição binomial (n, p) sendo n o número de agendamentos no dia e p a probabilidade média de *no-show*; (ii) aleatoriamente distribuído, em que considera-se que o *no-show* pode variar ao longo do dia, tendo maior chance de acontecer em alguns períodos do que em outros; (iii) individual, de forma que, segundo Dantas (2016), o *no-show* de cada paciente agendado pode ser predito com base nos dados históricos dos pacientes de uma determinada clínica.

Conforme apresentado na Tabela 4, a maioria dos artigos analisados considera o *no-show* do paciente (16 dentre os 20 estudos selecionados), sendo que todos consideram a premissa de que o *no-show* é identicamente distribuído ao longo do dia. Além disso, os estudos de Cayirli e Yang (2014) e Bhattacharjee e Ray (2016) reconhecem diferentes taxas de *no-show* por classe de paciente e o tratam dessa maneira em seus testes.

Gupta e Denton (2008) adicionam os cancelamentos tardios como fator de complexidade no processo de chegada. Segundo os autores, os cancelamentos tardios impossibilitam que outro paciente seja alocado à agenda e podem ser considerados como *no-shows*, podendo levar a uma redução da utilização do médico, do lucro da clínica e a um aumento do tempo de espera do paciente.

O terceiro elemento é a presença de pacientes de *walk-in* regulares ou de emergência. Os pacientes de *walk-in* regulares são aqueles que chegam para serem atendidos sem agendar uma consulta, podendo ser um paciente que estava na emergência e é encaminhado para um exame de diagnóstico. Um caso especial são os

pacientes urgentes, que necessitam ser atendidos na hora e podem fazer com que o paciente atual tenha o seu serviço interrompido, sendo esta uma interrupção preemptiva.

Conforme Tabela 4, nove dos 20 trabalhos analisados consideram os pacientes de *walk-in* em seus estudos, sendo tratados normalmente como uma distribuição estatística de chegada de pacientes.

O quarto e último elemento do processo de chegada, segundo Cayirli e Veral (2003), é a presença de acompanhantes do paciente, que podem ser um problema caso não haja espaço suficiente na sala de espera. Nenhum dos estudos analisados nesta revisão sistemática verifica esse fator em suas análises. Entretanto, esse fator deve ser sempre levado em consideração em clínicas onde os pacientes precisam vir acompanhados, como é o caso de clínicas de oftalmologia, por exemplo, onde são aplicados dilatadores de pupila que afetam a visão dos pacientes, deixando-os impossibilitados de se locomover sem o auxílio do acompanhante. Deve-se considerar o acompanhante nesses casos já que ele irá utilizar o espaço da sala de espera, contribuindo para congestionar a clínica.

2.3.1.5.

Tempo de serviço

No que tange o tempo de serviço, segundo Cayirli e Veral (2003), a maior parte dos estudos o considera independente e identicamente distribuído para todos os pacientes. Essa premissa pode não ser verdadeira já que, em horários de pico, os médicos costumam atender mais rápido para aliviar a fila de espera (Bailey, 1952; Rockart e Hofmann, 1969; Rising *et al.*, 1973; Babes e Sarma, 1991).

Segundo Cayirli e Veral (2003), uma variedade de distribuições de probabilidade é utilizada nos estudos de agendamento. Alguns utilizam dados empíricos coletados na clínica para encontrar a distribuição mais adequada e estudos analíticos costumam usar as distribuições Erlang e Exponencial para tornar os seus modelos tratáveis.

Conforme a Tabela 4, 15 dos 20 estudos analisados nesta revisão consideraram o tempo de serviço como uma distribuição Lognormal, o que mostra que esta

distribuição tem apresentado boa aderência aos processos de atendimento em serviços ambulatoriais. Outras distribuições verificadas nos artigos foram a Uniforme, Exponencial, Erlang, Gamma, Beta e Weibull.

2.3.1.6.

Atraso e interrupções do serviço

Segundo Cayirli e Veral (2003), diversos estudos consideraram a impontualidade do provedor como um fator de complexidade, sendo medida pelo atraso em relação ao primeiro agendamento da seção. Foi verificado que o atraso do provedor afeta significativamente o tempo de espera, já que todos os pacientes passam a ser atendidos mais tarde em relação ao que estava agendado.

Outro fator de complexidade são as interrupções do serviço causadas por atividades que são executadas pelo provedor durante o dia, como ligações, iterações com funcionários, entre outras (Cayirli e Veral, 2003). Rising *et al.* (1973) e Lehaney *et al.* (1999) incluíram em seus estudos as interrupções não-preemptivas, ou seja, àquelas que somente acontecem entre as consultas, e que são diferentes da preemptiva, que possibilita interromper a consulta antes do fim e depois retomá-la.

Salzarulo *et al.* (2011) incluíram em suas análises a interrupção não-preemptiva, considerando que um percentual das consultas teria interrupções (25% para uma das classes de pacientes e 50% para outra), sendo o valor da interrupção constante e igual a 4 minutos. Klassen e Yoogalingam (2013) avaliaram o efeito da impontualidade do provedor, testando diferentes valores de atraso (determinísticos e estocásticos), e também o efeito da interrupção do serviço, testando diferentes percentuais de consultas com interrupção, sendo esta regida por uma distribuição Exponencial de média igual a cinco minutos.

2.3.1.7.

Disciplina da fila

Segundo Cayirli e Veral (2003), estudos que consideram os pacientes sendo pontuais normalmente utilizam a disciplina de fila *First-Come-First-Served* (FCFS), que, nesse caso, é o mesmo que considerar a fila por ordem de agendamento, já que

os pacientes chegam em seus horários agendados. Entretanto, estudos que consideram a impontualidade normalmente consideram a disciplina de fila por ordem de agendamento, uma vez que, como podem existir pacientes atrasados e adiantados, o atendimento deve priorizar o horário de agendamento do paciente. Na prática, é comum os pacientes serem chamados conforme a ordem de chegada. Entretanto, isso pode destruir o propósito de um sistema de agendamento, já que os pacientes podem passar a ignorar o horário agendado.

Conforme pode ser notado na Tabela 4, todos os artigos desta revisão que consideraram a impontualidade do paciente utilizaram como base para a regra de fila a ordem de agendamento, em vez de considerar a ordem de chegada.

Bard *et al.* (2016) estudaram diferentes regras de fila para um ambiente que considerava a impontualidade dos pacientes, comparando a regra FCFS com a regra de fila por ordem de agendamento. Eles propuseram duas variações de regra de fila por ordem de agendamento, tanto para o atendimento dos pacientes adiantados, como para os pacientes atrasados.

Bard *et al.* (2016) propõem as seguintes regras de fila por ordem de agendamento para o atendimento dos pacientes adiantados:

- Sem antecipação: Atende exatamente pela ordem de agendamento, requerendo que os pacientes adiantados aguardem por seu horário agendado, podendo até deixar o provedor ocioso caso este não esteja atendendo no momento.
- Com antecipação: Atende por ordem de agendamento, mas permite quebrar a ordem de agendamento para acomodar os pacientes adiantados, caso um *slot* fique disponível como resultado de um *no-show* ou de um atraso do paciente do horário.

Já para o atendimento dos pacientes atrasados, Bard *et al.* (2016) propõem as seguintes regras de fila por ordem de agendamento:

- Final da seção: Acomoda os pacientes atrasados depois do último paciente agendado para a seção.
- Final da fila: Permite atender os pacientes atrasados quando não há mais pacientes na fila.

Segundo Cayirli e Veral (2003), clínicas que lidam com pacientes de *walk-in* regulares e emergenciais necessitam definir uma disciplina de fila para esses pacientes. Em geral, é mais comum dar mais prioridade aos pacientes emergenciais e menos prioridade aos *walk-ins* regulares em relação aos agendados.

2.3.1.8.

Preferências dos pacientes e dos provedores

Além dos fatores de complexidade apresentados por Cayirli e Veral (2003) e tratados nos tópicos anteriores, Gupta e Denton (2008) incluem como outro fator as preferências dos pacientes e dos provedores. Segundo os autores, os pacientes podem apresentar preferências no agendamento, desejando ser agendados no dia que ligam ou em um dia e horário específico. Além disso, os pacientes podem ter diferentes níveis de afinidade com determinado médico, devendo ser considerada caso exista mais de um médico atendendo um mesmo grupo de pacientes. Quanto aos provedores, algumas atividades podem ou não ser feitas dependendo da sua preferência, quais sejam: aumentar o tamanho da agenda fazendo *overbooking*, trabalhar no horário do almoço, fazer horas extras e acomodar demandas urgentes.

Segundo Gupta e Denton (2008), em serviços de cuidados primários é mais comum a preferência dos pacientes ser mais forte, enquanto que em serviços especialistas e serviços cirúrgicos, a preferência dos provedores costuma ter maior significância.

Conforme Tabela 4, o artigo de Rohleder e Klassen (2000) foi o único dos trabalhos analisados nesta revisão que incluiu em seus testes por simulação a preferência do paciente, além de considerar vários outros fatores de complexidade. Os autores testaram dois fatores de preferência, quais sejam: a proporção de pacientes com preferência por horário e a distribuição dos horários preferidos. No que tange a proporção de pacientes com preferência de horário, foram testados cenários com 10%, 25% e 40% de pacientes com preferência. Quanto à distribuição dos horários preferidos, foram simulados cenários sem preferência de horário, com preferência uniformemente distribuída pelos horários do dia e com preferência distribuída uniformemente apenas nos últimos cinco *slots* do final do período.

2.3.2.

Indicadores de desempenho

Segundo Cayirli e Veral (2003), existe uma grande variedade de indicadores de desempenho usados na literatura para avaliar as políticas de agendamento. Alguns estudos listam os resultados em termos da média do tempo de espera dos pacientes ($E(W)$), da média do tempo em que o médico está ocioso ($E(I)$) e/ou da média do tempo em que o médico está fazendo horas extras ($E(O)$). Ao dar pesos relativos em termos de custo do tempo de espera dos pacientes (C_p), de custo da ociosidade (C_d) e das horas extras do médico (C_o), a maioria dos estudos analíticos utiliza a seguinte função objetivo que minimiza o custo total esperado do sistema:

$$\text{Min } E(\text{TC}) = E(W)C_p + E(I)C_d + E(O)C_o \quad (1)$$

O Quadro 3 classifica os principais indicadores de desempenho utilizados na literatura que serão explicados a seguir. Este quadro foi adaptado de Cayirli e Veral (2003), de forma que dois itens do artigo original foram excluídos desta tabela por não terem sido encontrados na presente revisão da literatura, quais sejam: 4.3 (variância do tamanho das filas) e 5.6 (efetividade da clínica).

Quadro 3 - *Framework* de indicadores de desempenho. Fonte: Adaptado de Cayirli e Veral (2003).

Indicadores de desempenho utilizados na literatura
<p>1. Indicadores de custo</p> <p>Média do custo total usando a combinação dos seguintes indicadores:</p> <p>1.1 Tempo de espera dos pacientes</p> <p>1.2 Tempo de fluxo dos pacientes</p> <p>1.3 Tempo de ociosidade do médico</p> <p>1.4 Tempo de hora extra do médico</p> <p>2. Indicadores de tempo</p> <p>2.1 Média, máximo e comportamento da distribuição do tempo de espera do paciente</p> <p>2.2 Média, variância e comportamento da distribuição do tempo ocioso do médico</p> <p>2.3 Média, máximo e desvio padrão do tempo de hora extra do médico</p> <p>2.4 Média e comportamento da distribuição do tempo de fluxo do paciente</p> <p>2.5 Percentual de pacientes atendidos em até 30 minutos depois do horário da consulta</p> <p>3. Indicadores de congestionamento</p> <p>3.1 Média e comportamento da distribuição do número de pacientes na fila</p> <p>3.2 Média e comportamento da distribuição do número de pacientes no sistema</p> <p>4. Indicadores de equidade</p> <p>4.1 Média do tempo de espera dos pacientes por faixa horária</p> <p>4.2 Variância do tempo de espera</p> <p>5. Outros indicadores</p> <p>5.1 Produtividade do médico</p> <p>5.2 Média da utilização do médico</p> <p>5.3 <i>Leadtime</i></p> <p>5.4 Percentual de pacientes urgentes servidos</p> <p>5.5 Probabilidade de o paciente receber o slot solicitado</p>

Nesta subseção será apresentada a síntese das características da pesquisa bibliográfica quanto aos indicadores de desempenho do Quadro 3, com o objetivo de tirar conclusões acerca do que já existe no estado geral da arte.

2.3.2.1.

Indicadores de custo

Segundo Cayirli e Veral (2003), os estudos que usam indicadores de custo consideram variações na Equação (1), tendo em sua maioria as parcelas relacionadas ao custo de espera do paciente e de ociosidade do médico. Essa função de custo assume uma relação linear entre o custo de espera e o tempo de espera. Porém, como colocado por Klassen e Rohleder (1996), um sistema em que um paciente espera 40

minutos na fila não é o mesmo de um em que 20 pacientes esperam, cada um, 2 minutos na fila. Além disso, o custo de espera pode não ser o mesmo para todo paciente. Quando se considera a impontualidade do paciente, a premissa de custo de espera homogêneo não é verdadeira, uma vez que pacientes atrasados tendem a aceitar um tempo maior de espera como parte da culpa sendo dele. Da mesma forma, pacientes de *walk-in* tendem a tolerar mais tempo de espera do que os agendados. Esses fatores dificultam a aceitabilidade da premissa de relação linear entre o custo e o tempo de espera.

Algumas pesquisas indicam que a tolerância na fila para pacientes agendados diminui após 30 minutos (Westman *et al.*, 1987; Huang, 1994). Na Grã Bretanha, os hospitais são classificados todo o ano de acordo com um padrão nacional determinado pelo Ministério da Saúde que exige que 75% dos pacientes sejam atendidos em até 30 minutos em relação ao seu horário agendado (Department of Health, 1991). Dessa forma, Cayirli e Veral (2003) concluem que é difícil aceitar que a função de custo do paciente é homogênea e linear, recomendando-se a análise por múltiplos indicadores.

2.3.2.2.

Indicadores de tempo

Segundo Cayirli e Veral (2003), os indicadores de tempo normalmente utilizados nos estudos são os tempos médios de fila do paciente, de ociosidade e de horas extras do médico, assim como o tempo máximo. O tempo de fluxo é o tempo total que um paciente passa na clínica, somando o tempo em espera e em consulta. Como o paciente normalmente não se importa com o tempo gasto em consulta, a maior parte da literatura foca apenas no tempo de espera em vez de usar o tempo de fluxo.

Cayirli *et al.* (2008) usaram, como um dos indicadores de desempenho para comparar cenários, o percentual de pacientes que são vistos em até 30 minutos em relação ao seu horário agendado, uma importante medida de tempo que possibilita avaliar o nível de serviço do sistema.

2.3.2.3.

Indicadores de congestionamento

O congestionamento do sistema pode atrapalhar a qualidade do serviço em vários sentidos, fazendo com que o provedor atenda mais rápido para aliviar a fila e que não se consiga atender todos os pacientes do dia, tendo que remarcar alguns (Cayirli e Veral, 2003; Gupta e Denton, 2008). O indicador usual para medi-lo é a média do número de pacientes na fila (Cayirli e Veral, 2003).

2.3.2.4.

Indicadores de equidade

Segundo Cayirli e Veral (2003), alguns estudos consideram a equidade do sistema, ou seja, a uniformidade no desempenho da política de agendamento para os pacientes de todas as faixas horárias. Dessa forma, Bailey (1952), Yang *et al.* (1998) e Cox *et al.* (1985) foram os trabalhos que estudaram o tempo de espera por faixa horária para avaliar o desempenho das políticas de agendamento.

Cayirli e Veral (2003) recomendam o uso de múltiplos indicadores de desempenho para avaliar as políticas de agendamento incluindo principalmente a equidade desses indicadores ao longo da seção.

Cayirli *et al.* (2008) compararam a equidade entre os resultados a partir do desvio padrão do tempo de espera dos pacientes de cada cenário, sendo esse um dos indicadores de desempenho utilizado.

2.3.2.5.

Outros indicadores

Segundo Cayirli e Veral (2003), também são utilizados para medir as políticas de agendamento os seguintes indicadores: produtividade do provedor (número de pacientes atendidos por seção); média da utilização do provedor (ou da ociosidade); tempo entre a solicitação de agendamento e a marcação (*leadtime*); percentual de pacientes urgentes atendidos; e a probabilidade do paciente em receber o *slot* solicitado.

2.3.3.

Políticas de agendamento

O objetivo de um sistema de agendamento é encontrar uma política que otimize determinada medida de desempenho, considerando a incerteza do ambiente analisado. O desenvolvimento de uma política de agendamento pode ser separado em uma série de decisões que envolvem: (i) regras de agendamento; (ii) uso da classificação do paciente, se existir; e (iii) ajustes para reduzir o efeito deteriorador dos *no-shows* e dos *walk-ins* regulares e urgentes (Cayirli e Veral, 2003). O Quadro 4 apresenta o *framework* para o desenvolvimento de uma política de agendamento. Este quadro foi adaptado de Cayirli e Veral (2003), alterando apenas o item 1, de forma a torná-lo mais objetivo e a facilitar o entendimento.

Quadro 4 – *Framework* para desenvolvimento de Políticas de Agendamento. Fonte: Adaptado de Cayirli e Veral (2003).

Denvolvimento de políticas de agendamento
<p>1. Regras de agendamento Combinações de valores para o tamanho dos blocos e para os intervalos de agendamento.</p> <p>2. Classificação do paciente</p> <p>2.1 Sem classificação (pacientes homogêneos)</p> <p>2.2 Uso de classificação de pacientes Qualquer combinação das políticas abaixo:</p> <p>2.2.1 Regras de Sequenciamento de pacientes no momento da marcação</p> <p>2.2.2 Ajustar os intervalos de agendamento de acordo com as características do tempo de serviço das classes de pacientes</p> <p>3. Ajustes para <i>no-shows</i> e <i>walk-ins</i> Qualquer combinação das políticas abaixo:</p> <p>3.1 Para <i>no-shows</i></p> <p>3.1.1 Nenhum</p> <p>3.1.2 Overbooking agendando mais de um paciente em alguns slots, sem alterar os intervalos de agendamentos.</p> <p>3.1.3 Overbooking diminuindo os intervalos de agendamento, sem alterar o número de pacientes em cada slot.</p> <p>3.2 Para <i>walk-ins</i></p> <p>3.2.1 Nenhum</p> <p>3.2.2 Deixar abertos <i>slots</i> pré-determinados</p> <p>3.2.3 Aumentar proporcionalmente os intervalos de agendamento (diminuindo o número de pacientes)</p>

2.3.3.1.

Regras de agendamento

Segundo Cayirli e Veral (2003), uma regra de agendamento pode ser descrita em termos de três variáveis, quais sejam: (i) tamanho do bloco (n_i), representando o número de pacientes por *slot* i ; (ii) bloco inicial (n_1), que representa o número de pacientes no primeiro *slot*; e (iii) intervalo entre agendamentos (a_i), que é o tempo entre dois agendamentos sucessivos. Qualquer combinação dessas três variáveis é uma possível regra de agendamento.

Cayirli *et al.* (2006) propõem sete regras de agendamento que estão apresentadas na Figura 3 e serão explicadas a seguir:

- IBFI (bloco individual/intervalo fixo): regra usualmente utilizada pelas clínicas que agendam pacientes individualmente em intervalos iguais ao tempo médio de atendimento;
- OFFSET (bloco individual/intervalo variável): agenda os primeiros pacientes entre intervalos mais curtos e o restante é agendado entre intervalos mais longos, quando comparado com a regra IBFI;
- DOME (bloco individual/intervalo variável): agenda os primeiros pacientes entre intervalos mais curtos, pacientes no meio do turno são agendados entre intervalos mais longos, e o restante é agendado entre intervalos mais curtos, quando comparado com a regra IBFI;
- 2BEG (bloco individual/intervalo fixo): igual a regra IBFI, mas com bloco inicial de dois pacientes;
- MBFI (bloco múltiplo/intervalo fixo): agenda dois pacientes por vez em intervalos iguais ao dobro do tempo médio de atendimento;
- 2BGDM (bloco individual/intervalo variável): Combinação da regra 2BEG com a regra DOME;
- MBDM (bloco múltiplo/intervalo variável): Combinação da regra MBFI com a regra DOME;

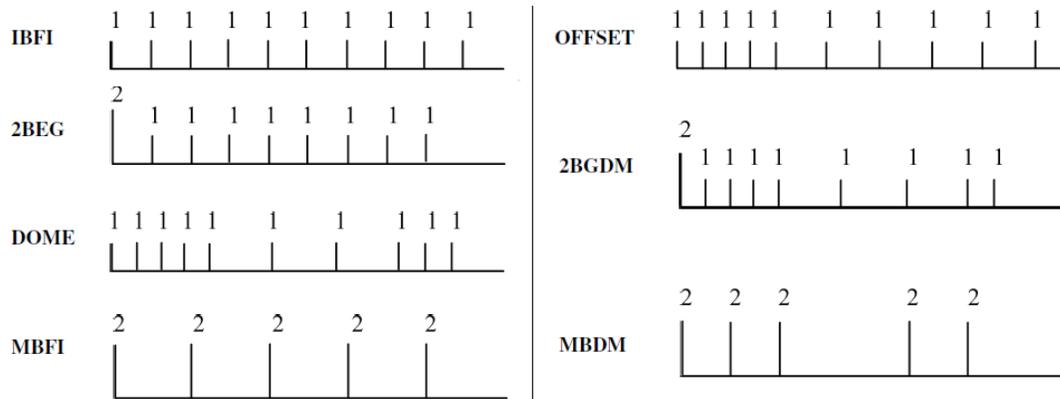


Figura 3– Regras de Agendamento. Fonte: Adaptada de Cayirli *et al.* (2006).

Além destas, outros autores também propuseram regras de agendamento, como será abordado a seguir. Klassen e Yoogalingam (2009) verificaram que os intervalos de agendamento ótimos tinham a forma PLATÔ-DOME e propuseram uma alteração da DOME para facilitar a implementação, tornando-a em forma platô, ou seja, os intervalos de agendamento no meio do dia são iguais em vez de diferirem um do outro, enquanto que os do começo e final são menores. Porém, eles não indicaram uma formulação para tal. Salzarulo *et al.* (2011) propuseram uma formulação para o cálculo da PLATÔ-DOME e testaram 36 configurações diferentes, concluindo que dez configurações apresentaram os melhores resultados dependendo da razão entre o custo do provedor e o custo do paciente.

Cayirli *et al.* (2012) propuseram uma nova regra de agendamento que tem como comportamento o mesmo padrão da regra DOME, mas que busca uma parametrização melhor do que a tradicional. Para isso, a regra DOME UNIVERSAL considera em seu cálculo diversos fatores de complexidade, quais sejam: número de pacientes agendados ajustado (N'), coeficiente de variação do tempo de serviço (CV), probabilidade de *no-shows* (P_n), probabilidade de *walk-ins* (P_w) e a razão entre os custos do provedor e do paciente (CR). Além disso, o número de pacientes agendados, a média (μ) e a variância (σ^2) do tempo de serviço têm seus valores revisados para calcular os intervalos entre agendamentos, que serão tratados na Seção 2.3.3.3.

Klassen e Yoogalingam (2014) testaram um ambiente com diversos fatores de complexidade (impontualidade e *no-show* do paciente, atraso do provedor e interrupções entre consultas) e propuseram uma nova regra, a IICR, que teve desempenho melhor em seus testes do que a PLATÔ-DOME. A IICR alterna consecutivamente intervalos pequenos e grandes, sendo que, à medida que a seção prossegue, a diferença de intervalos vai aumentando chegando a ficar com dois ou três agendamentos por seção (*double, triple-booking*). Os autores não propõem uma formulação específica para seu cálculo, apenas mostram os intervalos testados.

Cayirli e Yang (2014) propuseram uma adaptação na regra de agendamento DOME UNIVERSAL, de Cayirli *et al.* (2012), para considerar a classificação de pacientes, permitindo assim o ajuste de intervalo e o sequenciamento.

Athula Wijewickrama e Takakuwa (2012) e Bhattacharjee e Ray (2016) testaram regras de agendamento ajustando os intervalos por classe e definiram novas formulações para auxiliar seus cálculos.

A Figura 4 ilustra o funcionamento das outras regras de agendamento encontradas na literatura propostas após o trabalho de Cayirli *et al.* (2006).



Figura 4– Outras regras de agendamento encontradas na literatura. Fonte: Elaboração própria.

As formulações detalhadas das regras de agendamento apresentadas nessa seção podem ser encontradas no Apêndice A.

2.3.3.2.

Classificação do paciente

Na maioria dos estudos encontrados por Cayirli e Veral (2003), os pacientes são considerados homogêneos e agendados conforme a ordem de ligação (FCFA).

Quando existem grupos de pacientes que são conhecidos por serem diferentes em diversos atributos, como características do tempo de serviço, processo de chegada, custo de espera, entre outros, deve-se pensar em como melhorar o desempenho de uma política de agendamento reconhecendo essas diferenças.

Em agendamento de consultas, a classificação do paciente pode ser usada para dois propósitos, quais sejam: (i) sequenciar os pacientes no momento da marcação; e/ou (ii) ajustar os intervalos de agendamento de acordo com as distintas características dos tempos de serviço das diferentes classes de pacientes (Cayirli e Veral, 2003).

Segundo Cayirli e Veral (2003), uma classificação realística requer que se separem os pacientes em um número gerenciável de classes e que se atribua para cada classe um grupo pré-determinado de *slots* para estarem disponíveis no momento da ligação. Na literatura, algumas características identificadas para classificar pacientes foram: (1) o tipo de paciente (pacientes de retorno ou de primeira vez); (2) a variabilidade do tempo de serviço (alta ou baixa); e (3) o tipo de procedimento.

O Apêndice B apresenta as regras de sequenciamento propostas pelos artigos encontrados nesta revisão sistemática da literatura e o Apêndice C apresenta a regra para ajuste de intervalo de agendamento por classe de paciente.

2.3.3.3.

Ajustes para *no-shows* e *walk-ins*

Uma política de agendamento deve antecipar os efeitos dos *no-shows* e *walk-ins* de modo a reduzir o impacto negativo causado por estes fatores (Cayirli e Veral, 2003).

No trabalho de Cayirli e Veral (2003), os ajustes para *no-shows* são feitos colocando mais pacientes na agenda (*overbooking*) de forma a compensar os pacientes que faltarem. Os autores colocam que existem duas maneiras de se fazer *overbooking*, quais sejam: (i) agendando mais de um paciente em determinados *slots*, mantendo os intervalos de agendamentos fixos; ou (ii) diminuindo os intervalos de agendamento de forma a aumentar o número de pacientes na agenda, sem agendar mais de um paciente por horário.

Já para os ajustes para *walk-ins*, Cayirli e Veral (2003) afirmam que eles são feitos reduzindo o número de pacientes agendados de forma a compensar os pacientes que chegarem sem estar agendados. Os autores colocam que existem duas maneiras de se fazer o ajuste, quais sejam: (i) deixar *slots* pré-reservados para esses pacientes; ou (ii) aumentar os intervalos de agendamento de forma a reduzir o número de pacientes na agenda.

LaGanga e Lawrence (2007) desenvolveram uma regra simples de *overbooking* baseada na redução dos intervalos de agendamento. Essa regra considera que o número de agendamentos ajustado (N') é igual à capacidade diária de atendimento de pacientes (N) dividido por um menos a taxa média de *no-show* (P_n) e que o intervalo entre agendamentos é igual à duração do dia (C) dividido pelo número de agendamentos (N'). Dessa maneira, os intervalos de agendamento são reduzidos proporcionalmente com o aumento da taxa de *no-show*. A partir dessas definições, LaGanga e Lawrence (2007) simularam cenários com alterações do *no-show* e na variabilidade do serviço, e verificam que essa regra de ajuste pode ser usada no sentido de aumentar a utilização do médico, recomendando como estudos futuros a combinação da mesma com outras regras de agendamento. Além disso, os autores também recomendam a inclusão de testes com outros valores de número de pacientes agendados, próximos ao valor calculado analiticamente pela regra.

Cayirli *et al.* (2012) e Cayirli e Yang (2014) também fizeram um ajuste do número de pacientes agendados (N), considerando as probabilidades de *no-shows* (P_n) e *walk-ins* (P_w), e também propuseram ajustes para a média (μ) e variância (σ^2) do tempo de serviço, que são utilizados para recalculer os intervalos entre agendamentos. Os autores consideram para esses ajustes as análises de Vissers e Wijngaard (1979), que derivaram as fórmulas da média e variância, considerando o impacto de *no-shows* e *walk-ins*, interpretando um *no-show* como um paciente com um tempo de consulta igual a zero e um *walk-in* como dois pacientes atendidos consecutivamente em um único *slot*. Segundo os autores, esse ajuste de média e a variância do serviço devem ser feitos para todas as regras, sendo que a variância apenas será ajustada nas regras que a possuem em sua formulação, que é o caso da DOME e da OFFSET. Klassen e Yoogalingam (2014) também recalcularam o

número de pacientes agendados, considerando o *no-show*, de forma que, em média, o mesmo número de pacientes chegue para ser atendido.

2.3.4.

Método para análise de Políticas de Agendamento

O método de análise das políticas de agendamento pode ser classificado em analítico, por simulação ou estudo de caso (Cayirli e Veral, 2003), conforme apresentado no Quadro 5.

Quadro 5– *Framework* de Metodologias de análise de Políticas de Agendamento. Fonte: Adaptado de Cayirli e Veral (2003).

Metodologias de análise das Políticas de Agendamento
1. Estudos Analíticos
1.1 Teoria de Filas
1.2 Programação Matemática
2. Estudos de Simulação
2.1 Análise Fatores x Ambiente (que fatores afetam mais que medida de desempenho)
2.2 Comparação do desempenho entre diferentes políticas de agendamento
3. Estudos de Caso
3.1 Por observação do ambiente
3.2 Experimentação de uma política alternativa de agendamento
3.3 Modelo quantitativo (Simulação, Teoria de Filas, etc.) para o desenvolvimento de uma política alternativa de agendamento com ou sem análise de implementação posterior

Cayirli *et al.* (2006) concluíram que a maioria dos estudos de simulação existentes na literatura analisam o ambiente específico de determinada clínica, tornando os resultados desses estudos difíceis de serem generalizados. Por isso, como sugerido por Shafer e Smunt (2004), combinar o poder e a flexibilidade da simulação com a utilização de dados empíricos passa a ser uma das maneiras mais efetivas de solucionar essa lacuna existente entre o rigor acadêmico e a aplicabilidade gerencial. Em serviços de saúde, o uso de Simulação de Eventos Discretos (SED) ganhou força por causa de três vantagens principais: a capacidade de incluir atributos individuais, a flexibilidade para expressar a dinâmica e a lógica do processo, e o desenvolvimento avançado de pacotes de *software* (Brailsford, 2007).

2.4.

Análise dos resultados dos artigos selecionados na revisão

As análises dos 20 artigos selecionados neste trabalho foram apresentadas nas subseções anteriores, e destas análises é possível obter as principais conclusões, descritas nesta subseção e apresentadas no Apêndice D.

Este Apêndice D apresenta a descrição dos artigos analisados na revisão da literatura, incluindo quais regras de agendamento e sequenciamento, análises de sensibilidade, método, número de fatores de complexidade e indicadores de desempenho foram utilizados por cada artigo, como também quais as regras que obtiveram os melhores resultados.

A partir das análises de cada artigo, foi possível fazer uma comparação quantitativa do desempenho de cada regra de agendamento e sequenciamento. A Tabela 5 mostra o número total de testes feitos com cada regra de agendamento, o número de vezes que cada uma apareceu com resultado superior e com resultado inferior, comparada com as outras regras.

Tabela 5 – Comparação quantitativa do desempenho das regras de agendamento. Fonte: Elaboração própria.

Regra de agendamento	Total de testes	Resultado superior	Resultado inferior
IBFI	13	7	6
2BEG	13	4	9
OFFSET	9	4	5
MBFI	9	2	7
DOME	5	2	3
IBFIA	4	3	1
2BEGA	4	3	1
4BEG	4	2	2
PLATÔ-DOME	3	3	0
MBFIA	3	2	1
DOME UNIVERSAL	2	1	1
3BEG	2	0	2
MBDM	2	0	2
IICR	1	1	0
OFFSETA	1	1	0
DOME UNIVERSAL A	1	1	0
2BGDM	1	0	1

Pela análise da Tabela 5, pode-se perceber que as regras IBFI com e sem ajuste, 2BEG com e sem ajuste, OFFSET, MBFI e DOME foram as mais analisadas nos artigos.

As regras IBFI, 2BEG e OFFSET, com e sem ajustes, e a regra DOME são as que tiveram os melhores desempenhos nos artigos selecionados, e que deveriam ser incluídas e simuladas para o ambiente específico de cada clínica. As recentes regras PLATÔ-DOME, DOME UNIVERSAL com e sem ajuste e IICR ainda foram pouco estudadas, mas mostraram resultados de desempenho bem superiores, o que revela a importância de serem incluídas em estudos futuros para validação.

A Tabela 6 indica o número total de testes realizados com cada regra de sequenciamento, o número de vezes que cada uma apareceu como um dos melhores desempenhos e que não apareceu entre as melhores.

Tabela 6 – Comparação quantitativa do desempenho das regras de sequenciamento. Fonte: Elaboração própria.

Regra de sequenciamento	Total de testes	Resultado superior	Resultado inferior
ALTER1	8	3	5
LVBEG	6	5	1
HMBEG	6	3	3
LMBEG	6	4	2
FCFA	6	0	6
HVBEG	2	0	2
ALTER5	2	0	2
LMBND	2	0	2
HMBND	2	0	2
ALTER-B	2	0	2
HVBND	1	0	1
LVBND	1	0	1
LCVBEG	1	1	0
HPBEG	1	1	0
LCVBEG'	1	1	0
ALTER-A	1	0	1
LVBEG'	1	0	1
LMVBEG'	1	0	1

Pela análise da Tabela 6, pode-se verificar que as regras ALTER1, LVBEG, LMBEG, HMBEG e FCFA foram as mais testadas nos artigos selecionados. Apesar de ter sido muito estudada, a regra ALTER1 apenas apresentou bons resultados em três dos oito trabalhos que a testaram.

As regras ALTER1 e LVBEG são as regras de sequenciamento que tiveram os melhores desempenhos nos artigos selecionados, e deveriam ser incluídas e simuladas para o ambiente específico de cada clínica. As recentes regras LCVBEG e LCVBEG' foram ainda pouco estudadas, mas também apresentaram bons resultados, o que demonstra a importância em avaliá-las em estudos futuros.

3 Estudo de caso

O estudo aplicado foi elaborado por meio da coleta de dados em uma clínica de cirurgia bariátrica localizada no estado do Rio de Janeiro. A clínica em questão possui cinco cirurgiões bariátricos, além de provedores de outras especialidades que fazem consultas de suporte à cirurgia bariátrica, sendo quatro nutricionistas, três psicólogos, dois fisioterapeutas, dois endocrinologistas e um anestesiológico.

A Tabela 7 mostra a classificação dos médicos de acordo com o número de consultas realizadas de 29/06/2015 a 29/06/2016, considerando todos os dias da semana e todas as classes de pacientes atendidos. A partir dessa classificação, pode-se notar que o cirurgião bariátrico de código “1” é o médico que realiza mais atendimentos na clínica, representando 21% dos atendimentos, quase o dobro de atendimentos do médico com segundo maior número. Portanto, optou-se por realizar o estudo no processo de consulta desse cirurgião, que é o proprietário e principal médico da clínica.

Tabela 7 – Classificação dos médicos por nº de consultas realizadas entre 29/06/2015 a 29/06/2016.

Fonte: Elaboração própria.

Código do médico	Especialidade	Nº de consultas realizadas	% do total
1	Cirurgião bariátrico	1468	21.0%
9	Psicólogo	826	11.8%
3	Anestesiologista	807	11.5%
2	Nutricionista	786	11.2%
5	Endocrinologista	717	10.2%
12	Cirurgião bariátrico	374	5.3%
13	Psicólogo	291	4.2%
8	Cirurgião bariátrico	272	3.9%
14	Nutricionista	217	3.1%
10	Nutricionista	213	3.0%
6	Endocrinologista	197	2.8%
7	Psicólogo	174	2.5%
11	Cirurgião bariátrico	171	2.4%
4	Fisioterapeuta	157	2.2%
19	Cirurgião bariátrico	118	1.7%
22	Fisioterapeuta	115	1.6%
20	Nutricionista	96	1.4%

Foram coletados do sistema corporativo os dados de comparecimento ou não comparecimento, horário agendado, horários de início e de término do atendimento. Os dados extraídos eram relativos aos atendimentos do ano de 2014 a 2016, mas optou-se por desconsiderar os dados de 2014 até meados de 2015. Isso foi realizado uma vez que o sistema foi implementado em meados de 2014, optando-se por não considerar os dados do primeiro ano de uso do sistema, uma vez que estes não estavam fidedignos. Portanto, foi considerado o período de um ano, de 29/06/2015 a 29/06/2016, excluindo apenas os pacientes de encaixe, já que não era possível saber qual era a classe de paciente agendado por restrições da base de dados. A classe de paciente se refere ao tipo de agendamento, ou seja, se o paciente está sendo atendido pela primeira vez ou se ele é um retorno.

Além disso, foi necessário fazer medições *in loco* para o entendimento do processo atual e para coleta dos tempos de chegada dos pacientes, que não eram cadastrados no sistema. Também foram coletados os dados de tempos de atendimento da secretária e tempo de preenchimento de fichas por parte dos pacientes, e como o

número de dados era insuficiente para a realização de testes de aderência, o tempo de duração desses processos foram assumidos como distribuições triangulares. Além da coleta dos dados, foram feitas entrevistas com a secretária e com o médico para auxiliar no entendimento do processo, apresentado na Figura 5.

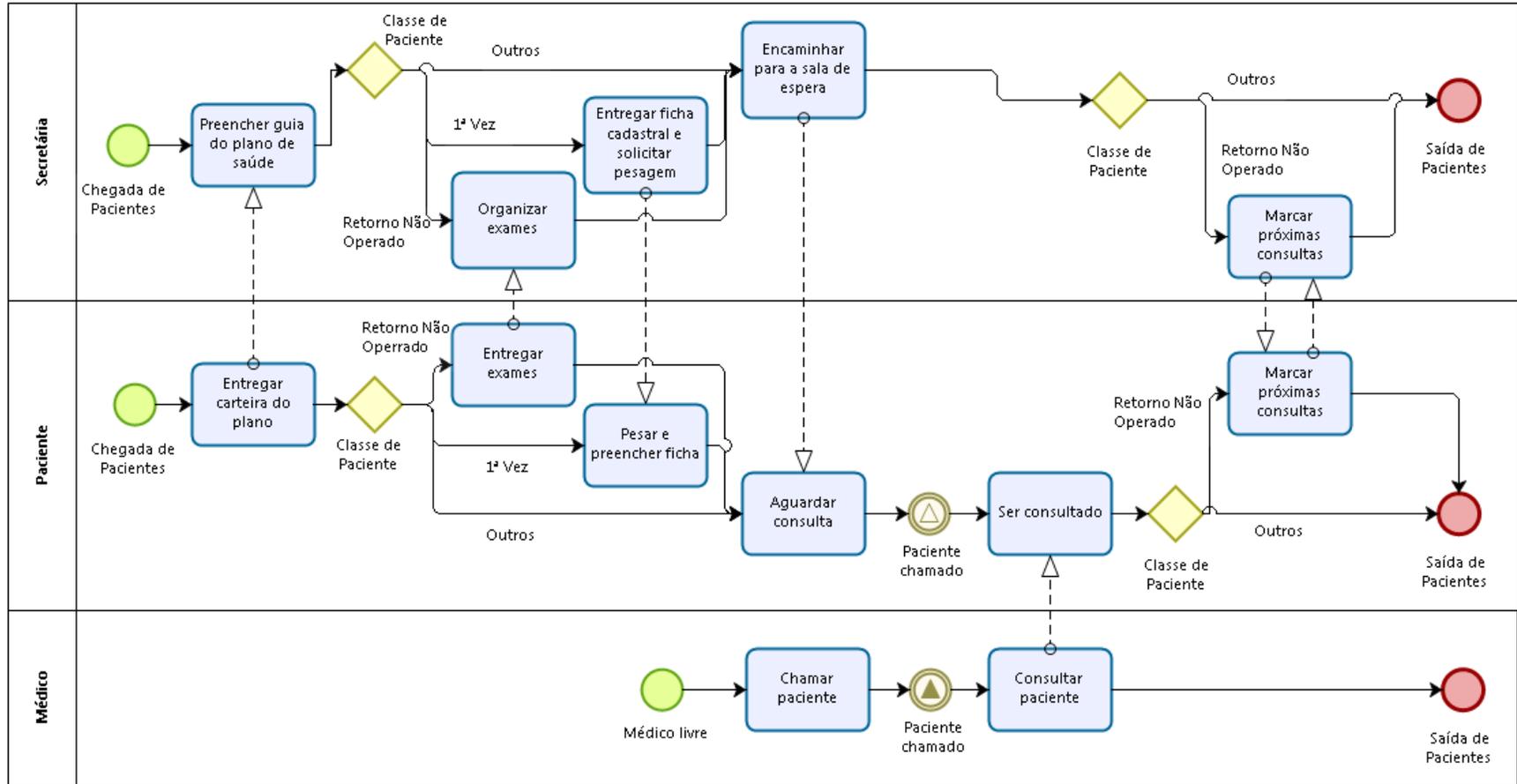


Figura 5 – Modelo conceitual do processo de consulta. Fonte: Elaboração própria.

No que tange ao *no-show* dos pacientes, foi realizada uma análise estatística para saber se o não comparecimento variava entre os dias da semana, entre os horários do dia e entre as classes de paciente. Para cada uma dessas análises, foi utilizado o teste qui-quadrado com um nível de significância de 5%.

Após análise das informações obtidas nas entrevistas e do tratamento dos dados, foi possível obter as características da clínica com relação aos fatores de complexidade existentes no sistema. Portanto, o processo em estudo pode ser caracterizado pelos seguintes fatores de complexidade (conforme Quadro 2 da Seção 2.3.1) que serão apresentados nas próximas subseções: tempos de serviços estocásticos, pacientes impontuais, com atraso e interrupções do serviço, presença de *no-shows* e com disciplina de fila por ordem da agenda. Além disso, o processo também é caracterizado como de agendamento estático, serviço único, servidor único, com 23 agendamentos por seção (no cenário atual) e com testes de outros cenários (conforme será apresentado na Seção 4.6), sem *walk-ins* e sem acompanhantes.

3.1.

Tempos de serviços

Conforme pode ser notado na Figura 5, o processo de atendimento da clínica tem algumas diferenças de acordo com a classe de paciente que chega. A classificação principal de pacientes na clínica é feita pelo tipo de agendamento, quais sejam: agendamento de primeira vez, de retorno antes da cirurgia (retorno não operado), de marcação de cirurgia ou de retorno após cirurgia (retorno operado).

Após a chegada do paciente, o processo da clínica se inicia pelo primeiro atendimento da secretária, que solicita o documento de identidade, para identificação do agendamento, e, caso o paciente possua, solicita a carteira do plano de saúde para preenchimento da guia do plano, que deve ser assinada pelo paciente. Esse processo compreende um tempo Triangular (1, 1.5, 2), em minutos.

Depois desse primeiro atendimento, se o paciente for de marcação de cirurgia ou de retorno operado, a secretária solicita que aguardem o atendimento na sala de espera. Caso seja um paciente de primeira vez, antes de ser encaminhado para a sala de espera, ele deve se pesar e preencher uma ficha cadastral, que tem um tempo

Triangular (5, 6, 8), em minutos, sendo esse processo feito sem a necessidade de acompanhamento da secretária. Caso seja um paciente de retorno não operado, antes de se dirigir à sala de espera, ele deve esperar a secretária organizar e conferir os exames recebidos, processo que tem um tempo Triangular (1, 2, 3), em minutos.

Após ser chamado pelo médico, o processo de consulta possui tempos diferentes entre as classes de paciente, e essa diferença foi estatisticamente significativa para um nível de significância de 5%. As consultas de primeira vez costumam ser mais demoradas do que as de retorno, como também foi observado na literatura, levando um tempo de distribuição estatística Weibull, com média de 22,3 minutos e desvio padrão de 9,27 minutos. As consultas de retorno acontecem antes da cirurgia, para avaliar os exames pré-operatórios, e depois da cirurgia, para avaliar o paciente pós-cirurgia. Não foi encontrada diferença significativa ($\alpha = 5\%$) entre os tempos de consulta dos pacientes de retorno não operados e operados, e, por isso, no que tange ao tempo de consulta, os pacientes de retorno foram considerados como um grupo homogêneo de pacientes, com um tempo de distribuição Weibull, com média de 15,3 minutos e desvio padrão de 8,42 minutos. A marcação de cirurgia é uma consulta mais rápida e tem um tempo de distribuição Lognormal com média de 11,7 minutos e desvio padrão de 6,34 minutos.

Após a consulta, os pacientes são liberados pelo médico e saem do consultório, com exceção dos pacientes de retorno não operado, que antes devem marcar as consultas de suporte com os outros médicos da clínica. Esse processo de marcação é feito pela secretária e tem um tempo Triangular (3, 3.5, 4), minutos.

3.2.

Impontualidade dos pacientes

Foi observado que, em média, os pacientes do consultório são pontuais, mas existe uma grande variabilidade e incerteza no processo de chegada. Esse processo é regido por uma distribuição Normal (-11.7, 29.6), em minutos, que representa a impontualidade do paciente. Nota-se que, em média, os pacientes são pontuais chegando 11,7 minutos antes do horário agendado da consulta. Porém, como o desvio padrão é de 29,6 minutos, sabe-se que alguns pacientes chegam atrasado, o que acaba

interferindo negativamente no desempenho do sistema. Esse valor está coerente com o encontrado nos estudos da literatura que encontraram na maioria dos estudos a distribuição Normal com valores de média e desvio padrão próximos de -15 e 25 minutos, respectivamente (Cayirli *et al.*, 2006; Cayirli *et al.*, 2008; Juan Pedro Sepúlveda e Berroeta, 2012).

3.3.

Atraso e interrupções do serviço

Foi verificado pelos dados obtidos que 26,8% das consultas apresentam uma interrupção após o seu término, ou seja, nesses casos há uma parada do médico entre o fim da consulta atual e o início da próxima (não-preemptiva). Essas interrupções estão relacionadas a momentos em que o médico interrompe o próximo atendimento para responder a e-mails ou ir ao banheiro, sendo regidas pela distribuição estatística Weibull, com média 5,55 e desvio padrão 4,94. Foi considerado como intervalo sem interrupção àquele que tinha até 1 minuto de duração.

Quanto à pontualidade do médico, foi verificado pelos dados que o médico chega em média 57 minutos atrasado em relação à primeira consulta agendada do dia, com desvio padrão de 17 minutos, processo que é regido pela distribuição Beta. Como os dados de atraso disponíveis eram poucos, foi necessário validar esses valores empiricamente, observando a chegada do médico e fazendo perguntas à secretária e ao próprio médico. Segundo eles, o atraso realmente é grande, visto que o próprio médico diz preferir chegar ao consultório e já ter pacientes aguardando pela consulta, para minimizar seu tempo ocioso. Entretanto, essa atitude tende a aumentar as filas no início do dia, prejudicando o nível de serviço prestado ao paciente, conforme será apresentado na Seção 4.5. Além disso, verificou-se que o médico nem sempre almoça dentro do intervalo de uma hora, que seria o correto para voltar para o consultório antes do início do segundo turno agendado. Por isso, o tempo de almoço foi considerado como outro fator estocástico e, a partir dos dados extraídos do sistema, pôde-se concluir que o médico leva 84 minutos para almoço, com desvio padrão de 18 minutos, processo regido pela distribuição Normal.

No que tange às distribuições estatísticas do tempo de consulta, da impontualidade do paciente, das interrupções entre consultas, do atraso do médico e do tempo de almoço, foram selecionadas àquelas aceitas e com menor erro quadrático médio no teste de aderência *Kolmogorov-smirnov* ao nível de significância de 5%, sendo estas apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Resumo das estatísticas dos dados coletados. Fonte: Elaboração própria.

Fator de complexidade	Tamanho da amostra	% da Agenda	Classe do Paciente	Melhor Distribuição (média, desvio) (min.)	Expressão (minutos)
Tempo de consulta do médico	349	51.8%	1ª Vez	Weibull (22.3, 9.27)	4 + W(2.04, 20.6)
	393	29.3%	Retorno Não Operado	Weibull (15.3, 8.42)	1 + W(1.78, 16.1)
		14.4%	Retorno Operado		
	127	4.5%	Marcação de Cirurgia	Lognormal (11.7, 6.34)	2 + L(9.91, 7.76)
Impontualidade do paciente	86	-	-	Normal (-11.7, 29.6)	N(-9.91, 27.3)
Interrupção entre consultas	153	-	-	Weibull (5.55, 4.94)	0.999 + W(0.863, 4.24)
Atraso médico	21	-	-	Normal (57.1, 16.9)	N(57.1, 16.9)
Tempo de almoço	39	-	-	Beta (84.3, 18.3)	54 + 65 * B(0.998, 1.14)

3.4.

No-show de pacientes

A taxa média de *no-show* do paciente foi de 26,13%, obtida pela relação entre o número de pacientes que não compareceram à consulta agendada e o número total de pacientes agendados. Ao avaliar a variação do *no-show* por dia da semana, verificou-se uma taxa de *no-show* de 27,95% na segunda-feira e de 23,67% na quarta-feira, sendo estes os dois únicos dias de atendimento na semana. Após a análise por meio do teste estatístico qui-quadrado, a diferença do *no-show* entre os dias da

semana não foi significativa para um $\alpha = 5\%$, conforme pode ser visto no Apêndice E.

Outra análise realizada foi se o *no-show* era identicamente distribuído entre as classes de pacientes. Após o teste de significância, concluiu-se que a hipótese de *no-show* homogêneo entre as classes foi rejeitada ao nível de significância de 5% (Apêndice F). A taxa de *no-show* por classe foi de 30,38% para os pacientes de 1ª vez, 20,97% para os de marcação de cirurgia, 19,59% para os de retorno não operado e 25,84% para os de retorno operado. A taxa de *no-show* mais alta para os pacientes de primeira vez ocorre uma vez que estes pacientes ainda não conhecem o médico, não ocorrendo assim a fidelização do paciente. No caso do *no-show* alto para os pacientes de retorno operado, este pode ser explicado por uma característica cultural da população brasileira de não fazer o acompanhamento correto após as cirurgias, não fazendo as consultas pós-operatórias que previnem o paciente de não voltar a sofrer do mesmo problema.

Para avaliar se o *no-show* é identicamente distribuído ao longo do dia, foi feito novamente um teste qui-quadrado, mas com intuito de avaliar se a diferença do *no-show* entre os horários do dia era significativa. Como a classe de pacientes se mostrou um fator relevante para o *no-show*, ajustou-se inicialmente o *no-show* esperado de cada horário do dia de acordo com a sua devida proporção de pacientes em cada classe (Apêndice G). Após esse ajuste, a hipótese de *no-show* ser homogêneo entre os horários do dia foi rejeitada ao nível de significância de 5% (Apêndice H). Entretanto, ao retirar o período de período de 18h-19h dessa análise, que possui poucos pacientes agendados já que não faz parte do turno normal, nota-se que a premissa de homogeneidade do *no-show* ao longo do dia torna-se verdadeira para os outros horários do dia na clínica em questão, com nível de significância de 5% (Apêndice I).

Portanto, esse estudo considerou o *no-show* diferente para cada classe de paciente, sendo o comportamento do *no-show* de cada classe identicamente distribuído ao longo do dia.

3.5.

Disciplina da fila

A disciplina de fila do atendimento utilizada pela clínica é por ordem da agenda. Para representar com clareza o comportamento do sistema real, não foi adicionada nenhuma complexidade quanto à disciplina de fila para os pacientes atrasados, ou seja, os pacientes que estão na fila são atendidos pela ordem em que estão agendados, independente do horário da chegada. Para os pacientes adiantados, esses podem ser atendidos antes, caso a fila esteja vazia, evitando a ociosidade do médico (disciplina com antecipação).

Portanto, o modelo que será desenvolvido irá considerar todos os fatores de complexidade apresentados, quais sejam: pacientes impontuais, presença de *no-shows* diferentes por cada classe de paciente, tempos de serviços estocásticos, com atraso e interrupções do médico e com disciplina de fila por ordem da agenda.

4 Método

O método utilizado para modelar o sistema descrito na seção anterior foi a Simulação de Eventos Discretos, conforme as orientações de Cayirli e Veral (2003), Robinson (2005) e Brailsford (2007).

Nos subtópicos a seguir, serão apresentados o modelo de simulação desenvolvido, as premissas do sistema e as políticas de agendamento utilizadas. Em seguida, será apresentada a simulação do cenário atual e a validação do modelo desenvolvido. Após essa validação, serão apresentados os cenários gerados e os indicadores de desempenho utilizados para avaliar cada política de agendamento.

4.1.

Modelo de Simulação

A partir das características observadas na Seção 3, construiu-se um modelo de simulação no *software* ProModel® versão 8.6 para representar o processo do consultório em questão (Figura 8). Este tem como característica ser um modelo de simulação terminal, uma vez que possui horário de início e fim para cada turno, e contempla dois turnos de trabalho (manhã e tarde). Além disso, como o sistema começa vazio em ambos os turnos, ou seja, fora do horário de trabalho não há pacientes na sala de espera nem pacientes sendo atendidos, logo, não há necessidade da utilização de um tempo para o aquecimento da simulação.

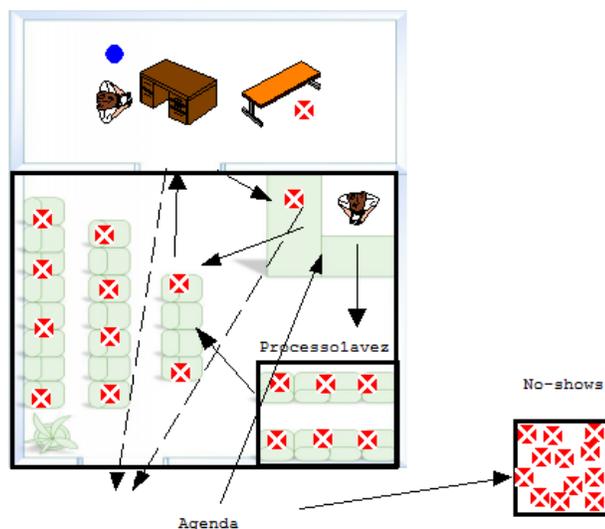


Figura 6 – Modelo de Simulação. Fonte: Elaboração própria.

O modelo foi desenvolvido de forma que representasse da melhor forma possível o caso em estudo e, para que fosse atribuída maior confiabilidade a ele, cada simulação foi replicada 500 vezes, sendo cada replicação responsável por representar um dia de funcionamento do sistema. Para verificar se o número de replicações estava adequado, foi feito um estudo em que o número de replicações variava entre 100 e 999 replicações, e percebeu-se que, a partir do cenário com 500 replicações, o resultado de cada indicador já estava bem próximo comparado ao cenário com 999 replicações, conforme Tabela 9. Portanto, escolheu-se utilizar 500 replicações para facilitar a geração dos resultados, dado que foram simuladas 114 combinações de cenários diferentes.

Tabela 9 – Média de cada indicador para o cenário atual. Fonte: Elaboração própria.

Nº de Replicações (n)	Tempo Médio de Fila (min)	Tempo Máximo de Fila (min)	Utilização da Sala de Consulta (%)	% Pacientes até 30min na Fila	Horário de fim do dia (h)	Nº de pacientes atendidos
100	24.41	72.16	73.00%	67.31%	18.40	17.01
200	23.40	70.22	72.30%	68.36%	18.46	16.91
300	23.85	69.82	72.80%	67.26%	18.44	16.98
400	22.77	67.30	72.15%	68.76%	18.44	16.87
500	22.73	66.45	72.33%	68.93%	18.45	16.93
999	23.06	67.01	72.02%	68.07%	18.45	16.85

4.2.

Premissas básicas

Com o intuito de tornar o estudo possível, foi feita uma série de premissas. Primeiramente, o modelo parte da premissa que a recepcionista está sempre disponível durante os dois turnos de trabalho, e assume-se que a pontualidade do paciente independe do horário de consulta. O estudo também assume que os tempos de serviço são independentes e identicamente distribuídos, de forma que o tempo de um serviço não dependa do tamanho da fila no momento e nem de outro atendimento. Por último, assume-se que cada paciente somente é atendido uma única vez por visita.

Após a definição das premissas, o primeiro cenário simulado teve como objetivo representar o funcionamento atual do consultório, conforme descrito na Seção 3, considerando as distribuições encontradas para os tempos de serviço da secretária e do médico, para a impontualidade do paciente, para o atraso do médico e para as interrupções entre consultas, além da presença de *no-shows* por classe de paciente e com disciplina de fila por ordem da agenda.

4.3.

Cenário atual

No cenário atual da clínica os pacientes de primeira vez e de retorno são agendados em *slots* de 20 minutos e os de marcação em *slots* de 10 minutos. Essa regra de agendamento utilizada se assemelha a regra IBFIA, porém os intervalos definidos para cada classe não são os intervalos exatos dessa regra, em que os pacientes de retorno deveriam ser agendados em *slots* de 15 minutos, em vez de 20, já que seu tempo médio de atendimento é de 15 minutos. Por isso, decidiu-se chamar essa regra de ATUAL.

Quanto à configuração da agenda, o agendamento é feito de 9h às 11h40min e de 13h40min às 18h, e o atendimento é feito duas vezes por semana, às segundas e quartas-feiras. Nove pacientes são agendados na parte da manhã e 14 pacientes na parte da tarde, sendo um total de 23 pacientes agendados por dia. Como o médico agenda os pacientes até às 18h, o turno normal considerado por ele é até às 18h30min.

4.4.

Políticas de agendamento

Em cada cenário testado, serão consideradas as políticas de agendamento de melhor desempenho encontradas na literatura (IBFI, 2BEG, IBFIA, 2BEGA, OFFSET e DOME), como também as que obtiveram bons resultados recentemente, mas que foram pouco testadas (PLATÔ-DOME, DOME UNIVERSAL, DOME UNIVERSAL A, OFFSETA e IICR). No que tange ao sequenciamento, em todas as regras, com exceção da DOME UNIVERSAL A e OFFSETA, os pacientes de cada classe serão sequenciados pela ordem da ligação (FCFA), ou seja, as classes serão agendadas aleatoriamente respeitando as proporções de pacientes de cada classe, que é o sequenciamento mais prático entre os existentes, não necessitando de *slots* dedicados por classe.

No que tange às regras de agendamento, a Figura 6 resume o funcionamento das regras que serão testadas na clínica em estudo.

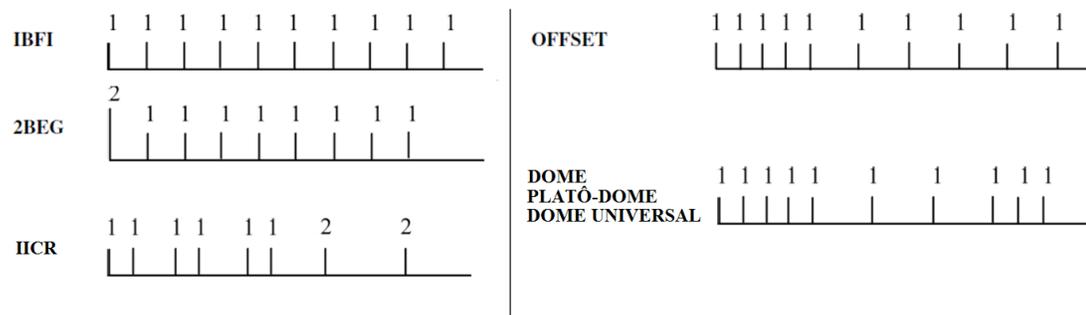


Figura 7 – Regras de Agendamento utilizadas na aplicação. Fonte: Elaboração própria

Além disso, as regras IBFI, 2BEG, OFFSET e DOME UNIVERSAL serão também testadas utilizando ajustes de horários por classe de paciente (IBFIA, 2BEGA, OFFSET A e DOME UNIVERSAL A), conforme explicação apresentada no Apêndice C. Portanto, nas políticas de intervalos ajustados pela classe IBFIA e 2BEGA, os pacientes foram separados em três classes (“Primeira Vez”, “Retorno” e “Marcação de Cirurgia”) e sequenciados pela ordem da ligação (FCFA). No caso da OFFSET A e da DOME UNIVERSAL A, os pacientes serão agrupados em apenas duas classes (“Primeira Vez” e “Retorno + Marcação de Cirurgia”), uma vez que as

formulações dessas políticas preveem apenas duas classes de pacientes. Dessa forma, os horários de agendamento foram ajustados por essas classes e os pacientes foram sequenciados de duas formas: com a classe de paciente de maior média de tempo de serviço no início do dia e a de menor no final (HMBEG); e o inverso, ou seja, com a de menor média no início (LMBEG). Dessa forma, nesse caso, devido à exigência da formulação, foi feita uma separação de *slots* por classe de paciente, não sendo possível sequenciar por ordem da ligação (FCFA).

Durante a configuração inicial de cada política de agendamento, foram feitos testes de diversas configurações diferentes. Nesses testes, notou-se que a utilização da política DOME de forma periódica dentro de um mesmo turno gerava resultados superiores aos da DOME tradicional quando havia um maior número de pacientes agendados em um mesmo período. Essa política, denominada aqui de DOME CYCLE, foi acrescentada aos testes, e sua formulação encontra-se no Apêndice J. A Figura 7 ilustra o funcionamento dessa regra de agendamento para um turno com 15 agendamentos.



Figura 8 – Regra de Agendamento DOME CYCLE.

Portanto, foram testadas as seguintes políticas de agendamento com seus respectivos parâmetros: IBFI, 2BEG, IBFIA – FCFA, 2BEGA – FCFA, OFFSET 1 ($\beta_1 = 0.15$; $\beta_2 = 0.3$), OFFSET 2 ($\beta_1 = 0.25$; $\beta_2 = 0.5$), DOME ($\beta_1 = 0.15$; $\beta_2 = 0.02$; $\beta_3 = 0.05$), DOME CYCLE ($\beta_1 = 0.15$; $\beta_2 = 0.02$; $\beta_3 = 0.05$, $P = N/2$), PLATÔ-DOME 1 ($S = 0.3$, $Z = -0.15$), PLATÔ-DOME 2 ($S = 0.45$, $Z = -0.15$), PLATÔ-DOME 3 ($S = 0.9$, $Z = -0.15$), DOME UNIVERSAL, DOME UNIVERSAL A – HMBEG, DOME UNIVERSAL A – LMBEG, OFFSETA – HMBEG, OFFSETA – LMBEG e IICR, além da regra ATUAL. Todas as políticas tiveram os horários ajustados para intervalos proporcionais a cinco minutos para torná-las factíveis de serem implementadas na prática, ou seja, se a formulação

retornou que um paciente deve ser agendado às 10h14min, ele na verdade será agendado às 10h15min.

4.5.

Validação do modelo

Ao simular o cenário, com as características observadas anteriormente na Seção 3 e utilizando a regra ATUAL, pôde-se comparar os resultados encontrados na simulação com os indicadores de desempenho do sistema atual que foram calculados por meio dos dados do sistema corporativo (Tabela 10). Percebe-se que os resultados da simulação estão coerentes com os indicadores empíricos.

Tabela 10 – Validação do modelo. Fonte: Elaboração própria.

Modelo	Tempo Médio de Fila (min)	Tempo Máximo de Fila (min)	% Pacientes até 30min na Fila	Horário de fim do dia (h)	Nº de pacientes atendidos
Simulado	22.73	66.45	68.93%	18.45	16.93
Empírico	18.14	67.82	72.90%	18.40	16.99

Pode-se comparar também o comportamento da fila ao longo do dia para avaliar se o modelo de simulação está representado a realidade da clínica. Dessa forma, a Figura 9 mostra o tempo que o paciente fica na fila por faixa de horário agendado, tanto para o modelo simulado quanto para os dados coletados.

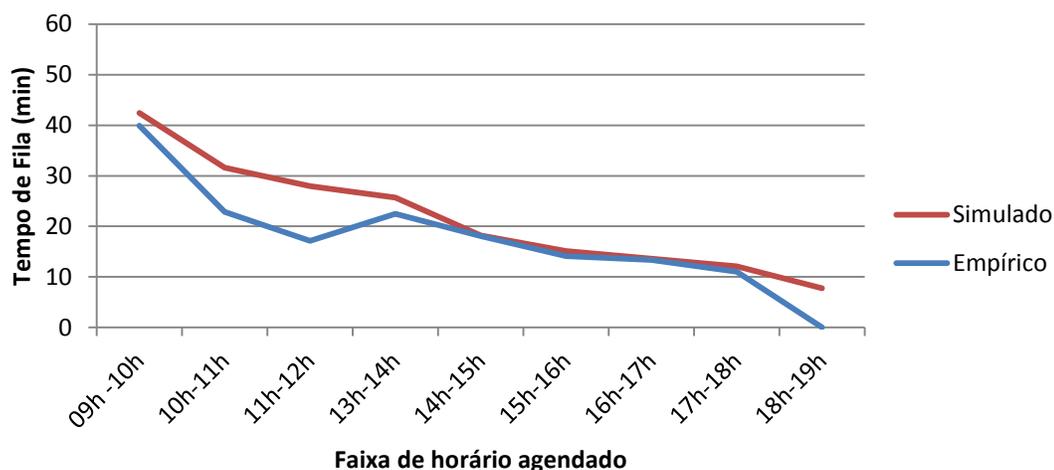


Figura 9 – Comparação do comportamento do tempo de fila por faixa de horário agendado. Fonte: Elaboração própria.

Primeiramente, percebe-se que os comportamentos estão bem parecidos, o que mostra que o modelo está coerente com a realidade da clínica. Os desvios entre o tempo de fila dos dois modelos por horário agendado estão apresentados na Tabela 11. Nota-se que a média do desvio foi de apenas 18,9%.

Tabela 11 – Comparação do desvio do tempo de fila por horário agendado. Fonte: Elaboração própria.

Faixa de Horário Agendado	Média de Tempo de Fila (min)		Diferença	Desvio Diferença /Maior
	Empírico	Simulado		
09h -10h	39.91	42.42	2.51	5.9%
10h-11h	22.87	31.61	8.73	27.6%
11h-12h	17.14	27.98	10.85	38.8%
13h-14h	22.51	25.68	3.17	12.4%
14h-15h	18.05	18.18	0.13	0.7%
15h-16h	14.13	15.10	0.97	6.4%
16h-17h	13.35	13.62	0.26	1.9%
17h-18h	11.04	12.12	1.08	8.9%
18h-19h	0.00	7.76	7.76	100.0%
Média Geral	18.44	22.73	4.29	18.9%

Além disso, percebe-se que, devido ao atraso do médico no início do dia (em média 57min), a fila tem seu pico no primeiro horário de agendamento e vai diminuindo ao longo da manhã. Na parte da tarde, a fila tem seu pico novamente no primeiro horário devido ao longo tempo que o médico leva para almoço (84 min em média), voltando a diminuir ao longo da tarde.

4.6.

Geração de cenários

Após a validação do cenário atual, foram desenvolvidos outros cenários de forma a considerar diferentes turnos de trabalho possíveis, conforme está apresentado na Tabela 12 e será explicado em seguida.

Tabela 12 – Configurações dos fatores de complexidade de cada cenário. Fonte: Elaboração própria.

Fator de complexidade	Cenário								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Número de pacientes na seção	N = 23		N' = 30			N' = 27	N' = 22	N' = 19	
Horário de Agendamento	9h-18h		9h-18h			10h-17:45	10h-16:30	13h-17:30	
Horário de Almoço	12:30-13:40		12:30-13:40			12:30-13:30	12:30-13:30	12:30-13:30	
Probabilidade de <i>no-show</i> por classe	Atual		Atual	20% maior	20% menor	Atual	Atual	Atual	
Médico impontual (chegada e no almoço)	Sim	Não	Não			Não	Não	Não	
% de interrupções	26,8%		26,8%			26,8%	26,8%	26,8%	

O Cenário 1 é o cenário atual com médico impontual e agendamento de 9h às 18h, que foi validado e será testado para todas as outras políticas de agendamento. O Cenário 2 mantém as mesmas características do sistema atual, mas considerando o médico sendo pontual. Essa comparação serve para avaliar o desempenho do mesmo sistema contando que o médico se empenhasse para ser pontual.

A partir do Cenário 2, pôde-se perceber que o sistema atual, com o médico pontual, gerou uma grande ociosidade do médico devido à alta taxa de *no-show*. Como proposta para que não aconteça essa ociosidade do médico e para aumentar o número de atendimentos por dia, o Cenário 3 considera o *overbooking* para compensar o *no-show* de pacientes, seguindo a regra descrita na Equação 26 do Apêndice A, que aumenta o número de pacientes agendados reduzindo o tamanho dos intervalos de agendamento. Esse cenário considera o médico como pontual.

$$N' = \frac{N}{1 - P_n + P_w} \quad (26)$$

Com objetivo de verificar se as melhores regras de agendamento do Cenário 3 se mantinham com bom desempenho, foi feita uma análise de sensibilidade variando a taxa de *no-show* em 20% para mais e para menos (Cenário 4 e 5).

Os Cenários 6, 7 e 8 são cenários com horários de agendamento alternativos que possuem um menor turno de trabalho diário. Esses cenários foram gerados para atender a uma necessidade do médico que gostaria de ter flexibilidade em sua agenda para determinados períodos de menor demanda. Esses três cenários consideram turnos menores e possuem *overbooking* para compensar o *no-show* de pacientes (conforme Equação 26), sendo que o Cenário 6 agenda de 10h às 17h45min, o Cenário 7 de 10h às 16h30min e o Cenário 8 de 13h às 17h30min.

Nos Cenários 1 e 2, todas as políticas de agendamento foram testadas com exceção da DOME UNIVERSAL e DOME UNIVERSAL A, uma vez que suas formulações consideram o *no-show* para fazer *overbooking*, ou seja, aumentam o número de pacientes agendados e reduzem o tamanho dos intervalos entre agendamentos. No Cenário 3, 4 e 5, todas as políticas de agendamento foram testadas. Nos Cenários 6, 7 e 8, apenas as melhores políticas dos cenários anteriores foram testadas.

A partir das 114 simulações feitas, relacionando cada cenário a cada política de agendamento, foram obtidos os resultados a partir da ferramenta *Output Viewer* do *software* ProModel® versão 8.6, sendo que alguns dados foram exportados para uma planilha para obter resultados mais específicos, visando os objetivos desse estudo.

4.7.

Indicadores de desempenho

Para cada cenário, a política de agendamento escolhida para o consultório será aquela que apresentar o melhor desempenho conjunto nos seguintes indicadores: (1) tempo médio de fila de pacientes; (2) horário de fim do dia; e (3) percentual de pacientes que aguardam até 30 minutos na fila. Para auxiliar possíveis desempates entre políticas, também serão analisados os indicadores: (4) tempo máximo de fila; e (5) percentual de ociosidade do médico. Dessa forma, este estudo utilizou quatro tipos de indicadores de tempo da literatura, conforme classificação feita no Quadro 3 da Seção 2.3.2. Os indicadores (1) e (4) correspondem ao item 2.1 do Quadro 3, relacionado ao tempo de espera do paciente, o indicador (2) se enquadra no item 2.3 e o indicador (3) tem a mesma definição do item 2.5. Além dos indicadores de tempo, o indicador (5) corresponde ao item 5.2, relacionado ao percentual de utilização do médico.

Para auxiliar na validação de cada política, foi utilizado o indicador (6) número de pacientes atendidos, de forma que, em cada cenário, o número de pacientes atendidos deve ser igual para todas as políticas. O número de pacientes atendidos também será utilizado para fazer uma comparação entre os cenários.

Considera-se como um bom desempenho no indicador de percentual de pacientes até 30 minutos na fila, um percentual maior do que 70%, para ficar próximo do padrão estabelecido por alguns países europeus, conforme mencionado na Seção 2.3.2.1. (Department of Health, 1991). Em relação ao indicador de horário de fim do dia, recomenda-se que esse horário não ultrapasse o fim do turno. Por exemplo, no cenário atual, que possui agendamentos até 18h, o turno deveria terminar às 18h30min.

Com o objetivo de comparar as principais políticas de agendamento da literatura, foi realizada uma análise quantitativa dos indicadores de desempenho de cada política em cada cenário. Em primeiro lugar, procurou-se encontrar, para cada indicador de desempenho, o desvio entre o resultado de cada política e o resultado da melhor política nesse indicador. Portanto, busca-se encontrar a política que minimiza o somatório dos desvios de cada indicador de desempenho.

Para os indicadores de tempo médio e máximo de fila e de percentual de ociosidade, o desvio representa a diferença entre o resultado da política analisada e o resultado da melhor política, dividido pelo resultado da melhor política. Para o indicador de percentual de pacientes até 30min na fila, o desvio representa a diferença entre o resultado da melhor política e o resultado da política analisada, dividido pelo resultado da melhor política.

No caso do indicador de horário de final do dia, o desvio representa a diferença entre o horário de fim do dia da política analisada e o horário do último agendamento, dividido pela diferença entre o horário de fim do turno e o horário do último agendamento, subtraído de uma unidade ao final da operação. Por exemplo, no caso de uma política em que o horário de fim do dia é às 19h, que o horário de fim do turno é às 18h30min e que o horário de último agendamento é às 18h, nota-se que o dia acaba 60min após o último horário agendado, sendo que se tolera que ele termine em até 30min após o último horário agendado. Dessa forma, o desvio é de 100% em relação ao tolerado, que é o mesmo que dividir 60 por 30 e diminuir uma unidade. Quando o horário de fim do dia for anterior ao horário tolerado, o desvio será considerado igual a zero.

Para cada política em cada cenário, foi feito o somatório dos desvios para cada indicador de desempenho, considerando um peso dobrado para os indicadores de tempo médio de fila, de horário de fim do dia e de percentual de pacientes até 30min na fila, que são os principais indicadores de desempenho adotados neste trabalho, e um peso normal para os indicadores de tempo máximo de fila e ociosidade percentual, que são os indicadores complementares.

Na próxima seção serão apresentados os resultados dos cenários gerados, a comparação entre as políticas e a discussão dos resultados.

5 Resultados

Nesta seção estão apresentados os resultados dos cenários testados, respeitando as definições de cada cenário, conforme foi ilustrado na Tabela 12 da Seção 4.6.

5.1.

Cenário 1 – Situação Atual

Ao simular o cenário atual para cada política de agendamento, obtiveram-se os resultados para os indicadores de desempenho, conforme apresentados na Tabela 13 para uma média de 500 replicações.

Tabela 13 – Resultados do Cenário 1. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Tempo Médio de Fila (min)	Horário de fim do dia (h)	Tempo Máximo de Fila (min)	% Pacientes até 30min na Fila	Ociosidade (%)	Nº de pacientes atendidos
IBFI	21.11	18:29	61.48	69.88%	29.46%	16.90
PLATO-DOME 1	21.75	18:26	63.85	69.47%	29.59%	16.77
ATUAL	22.73	18:27	66.45	68.93%	29.07%	16.93
PLATO-DOME 3	23.15	18:14	65.90	67.30%	26.73%	16.94
OFFSETA-HMBEG	23.22	18:21	68.52	67.93%	28.42%	16.84
PLATO-DOME 2	23.55	18:15	66.41	66.90%	26.58%	17.04
DOME	24.02	18:13	66.49	65.48%	26.76%	16.89
OFFSET 1	24.05	18:20	66.73	65.61%	28.52%	16.78
IICR	24.56	18:22	71.45	65.09%	28.21%	16.93
DOME CYCLE	25.38	18:10	68.00	63.72%	26.46%	16.84
OFFSETA-LMBEG	26.37	18:25	68.27	61.58%	29.16%	16.84
OFFSET 2	27.32	18:16	71.39	60.85%	27.77%	16.78
IBFIA-FCFA	28.26	18:06	72.83	59.95%	25.10%	16.98
2BEG	29.04	18:14	74.50	58.40%	26.57%	16.97
2BEGA-FCFA	32.63	17:53	79.01	51.81%	23.31%	16.83

Nota-se que todas as regras respeitaram o mesmo número de pacientes atendidos, cerca de 17 pacientes, o que era esperado já que a taxa média de *no-show* utilizada foi a mesma em todas elas (26,13%), e foram agendados 23 pacientes. Para o cenário atual, percebe-se que a política IBFI teve o melhor resultado em termos de tempo de fila (~21min), com o horário de fim do dia às 18h29min, o que está adequado ao turno até às 18h30min. As políticas ATUAL e PLATO-DOME 1 também possuíram resultados bem próximos em ambos os indicadores, o que mostra que a política utilizada pelo médico funciona bem para o cenário em que o sistema se encontra atualmente. A política PLATO-DOME 3 apresentou um resultado bem próximo em termos de tempo de fila (23min.) e teve um horário de fim do dia mais cedo (18h14min), sendo também uma boa alternativa.

Percebe-se que a ociosidade do médico na melhor política do cenário atual está alta (29,46%). Isso é gerado devido à alta taxa de *no-show*, que faz com que o médico fique sem pacientes para atender em diversos momentos do dia.

Percebe-se que o percentual de pacientes até 30min na fila está próximo dos 70% para as políticas com melhor desempenho, o que é um bom resultado no que diz respeito à satisfação do paciente.

5.2.

Cenário 2 – Cenário atual sem atraso do médico

Ao simular o cenário sem atraso para cada política de agendamento, obtiveram-se os resultados demonstrados na Tabela 14.

Tabela 14 – Resultados do Cenário 2. Fonte: Elaboração própria.

Política	Tempo Médio de Fila (min)	Horário de fim do dia (h)	Tempo Máximo de Fila (min)	% Pacientes até 30min na Fila	Ociosidade (%)	Nº de pacientes atendidos
PLATO-DOME 1	7.49	18:27	30.86	93.62%	39.76%	16.78
IBFI	7.69	18:26	32.17	93.42%	39.30%	16.87
OFFSETA-LMBEG	7.78	18:20	32.16	93.52%	38.78%	16.82
ATUAL	8.53	18:30	34.65	92.28%	39.98%	16.83
PLATO-DOME 2	8.59	18:13	34.37	92.13%	37.60%	16.91
IICR	8.84	18:21	38.67	91.12%	38.59%	16.90
OFFSET 2	8.93	18:14	34.59	91.49%	37.62%	16.93
DOME	8.95	18:12	35.73	91.38%	37.31%	16.94
OFFSET 1	9.11	18:17	35.04	91.36%	37.69%	17.02
PLATO-DOME 3	9.18	18:12	35.89	90.59%	37.54%	16.89
OFFSETA-HMBEG	9.55	18:16	36.06	89.83%	37.97%	16.92
DOME CYCLE	9.75	18:06	36.97	90.30%	36.25%	17.01
IBFIA-FCFA	10.14	17:59	38.05	88.84%	35.99%	16.85
2BEG	10.37	18:10	37.59	88.87%	36.89%	16.98
2BEGA-FCFA	12.60	17:46	41.99	85.73%	33.90%	16.89

Percebe-se que todas as políticas obtiveram bons desempenhos em termos de tempo de fila (entre sete e 12 minutos). Isso acontece devido ao aumento da ociosidade do médico nesse cenário, que é em média 40% nas melhores políticas em termos de tempo de fila. Essa ociosidade é causada pela alta taxa de *no-show* e pelo fato do médico estar chegando pontualmente nesse cenário, tendo assim mais tempo ocioso durante o dia. Dessa maneira, como o horário do último paciente marcado é às 18h (na maioria das políticas), ele é obrigado a aguardar até esse horário sem poder ir embora para poder atender o paciente caso ele venha, o que mantém a alta ociosidade.

Com o intuito de reduzir a ociosidade do médico, percebe-se que é adequado adotar uma política de *overbooking* para esse cenário, uma vez que os indicadores de tempo de fila estão com resultados melhores do que os aceitáveis para o sistema, como é o caso do percentual de pacientes até 30min na fila de espera, que está acima de 90% para as melhores políticas. Isso será feito no Cenário 3 da seção seguinte.

5.3.

Cenário 3 – Situação proposta sem atraso e com *overbooking* de pacientes

Para simular o cenário proposto (sem atraso do médico) incluindo o *overbooking* para cada política de agendamento, o número de pacientes agendados passou de 23 para 30, e obtiveram-se os resultados demonstrados na Tabela 15.

Tabela 15 – Resultados do Cenário 3. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Tempo Médio de Fila (min)	Horário de fim do dia (h)	Tempo Máximo de Fila (min)	% Pacientes até 30min na Fila	Ociosidade (%)	Nº de pacientes atendidos
DOME UNIVERSAL A - LMBEG	14.95	19:03	50.66	81.84%	26.26%	22.03
OFFSETA-LMBEG	15.26	18:48	51.83	80.79%	24.31%	21.97
DOME UNIVERSAL A - HMBEG	16.94	19:00	53.38	78.66%	25.99%	21.98
OFFSET 2	17.13	18:55	54.01	78.05%	25.06%	22.05
PLATO-DOME 1	17.89	18:47	57.44	77.43%	23.73%	22.11
IBFI	18.51	18:48	59.53	76.28%	24.56%	21.92
OFFSETA-HMBEG	19.78	18:45	59.13	74.22%	22.58%	22.34
DOME UNIVERSAL ATUAL	19.82	18:37	59.88	73.65%	22.56%	22.01
OFFSET 1	19.94	18:50	62.11	73.82%	24.94%	21.89
PLATO-DOME 2	20.72	18:33	60.59	72.58%	21.91%	22.03
DOME CYCLE	21.32	18:38	65.81	72.40%	22.46%	22.10
DOME	21.48	18:34	67.31	72.09%	22.46%	21.93
2BEG	21.59	18:35	66.38	71.87%	21.62%	22.18
PLATO-DOME 3	21.61	18:33	61.07	71.40%	21.66%	22.10
IICR	21.71	18:32	70.66	72.27%	21.15%	22.18
IBFIA-FCFA	23.17	18:25	77.38	69.94%	20.83%	21.99
2BEGA-FCFA	27.06	18:28	77.42	64.56%	21.92%	21.81
	27.85	18:21	76.62	62.79%	20.34%	21.93

Nota-se que o *overbooking* faz com que o número de pacientes atendidos aumente de 17 para 22 pacientes, o que permitiu reduzir a ociosidade do sistema de forma considerável, saindo de uma taxa que estava em média 40% nas melhores políticas do Cenário 2 para 22% nas melhores políticas deste cenário. Percebe-se

também que os resultados em termos de tempo de fila e horário de fim do dia variaram muito entre as políticas testadas.

Pela análise dos indicadores, pode-se notar que as políticas OFFSET 1 e DOME UNIVERSAL foram as que tiveram os melhores resultados em termos de tempos médio e máximo de fila e percentual de pacientes até 30 min na fila, dentre as políticas que terminam o dia em horário próximo das 18h30min, sendo recomendado a utilização das mesmas.

Para auxiliar na definição da melhor regra entre as duas encontradas para o cenário proposto, os Cenários 4 e 5 a seguir fazem análises de sensibilidade com aumento e redução do *no-show*.

5.4.

Cenário 4 – Análise de sensibilidade com redução do *no-show*

Para analisar a sensibilidade do cenário proposto (Cenário 3), foi realizado primeiramente uma redução de 20% na taxa de *no-show* de cada classe, passando para uma taxa média de 20,9% de não comparecimento. O número de pacientes agendados e todos os outros fatores de complexidade do Cenário 3 foram mantidos com mesmo valor nesse cenário. Os resultados estão demonstrados na Tabela 16.

Tabela 16 – Resultados do Cenário 4. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Tempo Médio de Fila (min)	Horário de fim do dia (h)	Tempo Máximo de Fila (min)	% Pacientes até 30min na Fila	Ociosidade (%)	Nº de pacientes atendidos
DOME UNIVERSAL A – LMBEG	17.54	19:10	57.37	78.09%	21.66%	23.73
OFFSETA-LMBEG	18.66	18:58	60.23	75.61%	20.07%	23.66
PLATO-DOME 1	21.58	18:53	66.50	72.39%	20.17%	23.40
DOME UNIVERSAL A – HMBEG	21.86	19:07	63.57	71.31%	21.57%	23.60
IBFI	23.04	18:56	68.42	69.71%	20.15%	23.57
OFFSET 2	24.06	19:06	66.39	68.69%	21.60%	23.57
ATUAL	25.12	18:59	72.91	67.41%	21.31%	23.35
PLATO-DOME 2	25.50	18:46	74.37	66.72%	18.73%	23.53
OFFSETA-HMBEG	25.56	18:52	70.82	66.98%	19.24%	23.65
OFFSET 1	26.39	18:44	71.61	64.11%	18.59%	23.46
DOME CYCLE	26.60	18:45	75.77	64.75%	18.73%	23.46
DOME UNIVERSAL	27.08	18:51	74.87	64.80%	19.40%	23.55
PLATO-DOME 3	27.35	18:44	81.16	65.12%	18.30%	23.54
DOME	27.78	18:46	79.39	63.18%	18.62%	23.55
2BEG	28.07	18:47	75.89	62.78%	19.14%	23.43
IICR	29.41	18:42	92.52	62.22%	18.02%	23.53
IBFIA-FCFA	31.98	18:41	85.56	59.02%	17.78%	23.55
2BEGA-FCFA	35.79	18:36	90.38	53.05%	16.79%	23.62

Nota-se que, como esperado, a redução do *no-show* fez com que o número de pacientes atendidos aumentasse ainda mais, passando para em média 23,5 pacientes atendidos. Percebe-se que esse aumento no número de pacientes no sistema fez com que o desempenho do mesmo piorasse em todos os outros indicadores para todas as políticas. Comparando as duas melhores políticas do Cenário 3 (OFFSET 1 e DOME UNIVERSAL), observa-se que, no caso de haver essa redução no *no-show*, a OFFSET 1 passa a ser superior à DOME UNIVERSAL em todos os indicadores, com exceção apenas do indicador de percentual de pacientes até 30min na fila, cujo resultado da OFFSET 1 foi um pouco inferior (64,1%), mas bem próximo do resultado da DOME UNIVERSAL (64,8%).

5.5.

Cenário 5 – Análise de sensibilidade com aumento do *no-show*

Na segunda análise de sensibilidade, foi realizado um aumento de 20% na taxa de *no-show*, passando para uma taxa média de 31,4% de não comparecimento. Da mesma maneira, todos os outros fatores de complexidade dos Cenários 3 e 4 foram mantidos com mesmo valor nesse cenário. Os resultados estão demonstrados na Tabela 17.

Tabela 17 – Resultados do Cenário 5. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Tempo Médio de Fila (min)	Horário de fim do dia (h)	Tempo Máximo de Fila (min)	% Pacientes até 30min na Fila	Ociosidade (%)	Nº de pacientes atendidos
DOME UNIVERSAL A - LMBEG	11.34	18:54	43.12	87.65%	30.55%	20.40
DOME UNIVERSAL A - HMBEG	12.23	18:52	44.86	85.71%	29.72%	20.58
OFFSETA-LMBEG	13.51	18:41	47.30	84.04%	28.28%	20.55
IBFI	14.26	18:35	50.15	82.44%	28.28%	20.33
OFFSET 2	14.47	18:52	49.34	82.76%	30.08%	20.48
PLATO-DOME 1	15.26	18:35	53.60	80.94%	28.37%	20.30
OFFSETA-HMBEG	15.45	18:31	50.48	80.56%	27.32%	20.42
ATUAL	15.52	18:40	52.42	80.58%	28.33%	20.49
DOME UNIVERSAL	16.03	18:28	52.95	80.01%	26.88%	20.41
PLATO-DOME 2	16.83	18:26	54.57	78.83%	26.17%	20.55
DOME	16.98	18:24	56.07	78.66%	26.07%	20.48
2BEG	17.56	18:26	53.80	76.85%	25.62%	20.69
PLATO-DOME 3	17.60	18:22	60.58	77.47%	25.97%	20.42
DOME CYCLE	17.65	18:21	57.90	77.15%	25.94%	20.39
OFFSET 1	17.85	18:24	56.52	76.93%	26.35%	20.42
IICR	19.85	18:16	67.42	74.96%	24.59%	20.57
IBFIA-FCFA	21.72	18:15	65.02	72.18%	25.07%	20.38
2BEGA-FCFA	24.69	18:08	69.93	65.98%	23.50%	20.52

Nota-se que o aumento do *no-show* fez com que o número de pacientes atendidos fosse reduzido, passando para uma média de 20,5 pacientes. Comparando novamente as políticas OFFSET 1 e DOME UNIVERSAL, percebe-se que no caso de haver esse aumento no *no-show*, ambas as políticas passam a ter bons resultados

em todos os indicadores, já que o sistema fica menos congestionado. Como os resultados são bem próximos para todos os indicadores, a escolha de uma ou outra não afeta o desempenho do sistema nesse cenário.

Portanto, pela análise dos Cenários 3, 4 e 5, recomenda-se a utilização da política OFFSET 1, para o cenário proposto com agendamento de 9h às 18h com *overbooking*. Essa política possui resultado semelhante à DOME UNIVERSAL no Cenário 3 e 5, mas apresenta resultado superior no Cenário 4.

5.6.

Cenário 6 – Horário alternativo (10h-17h45min)

O primeiro cenário de horário alternativo foi com agendamento de 10h às 17h45min. Nesse cenário, o horário de almoço foi reduzido em 10 minutos, sendo de 12h30min às 13h30min, com o objetivo de aumentar o turno, já que o horário de trabalho é menor. Isso é factível, uma vez que o médico está chegando mais tarde e saindo mais cedo do consultório, o que lhe permite mais tempo do dia para realizar outras atividades externas à clínica. Quanto aos outros fatores, eles foram considerados iguais aos do Cenário 3. O *overbooking* foi considerado para cada política de agendamento, o que resultou em 27 pacientes agendados.

Nesses cenários alternativos, as políticas com horário ajustado por classe, que não obtiveram bons resultados nos cenários anteriores, foram desconsideradas da simulação para reduzir o número de testes e tornar possível a análise em tempo viável. Dessa forma, obtiveram-se os seguintes resultados para as políticas, demonstrados na Tabela 18.

Tabela 18 – Resultados do Cenário 6. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Tempo Médio de Fila (min)	Horário de fim do dia (h)	Tempo Máximo de Fila (min)	% Pacientes até 30min na Fila	Nº de pacientes atendidos	Ociosidade (%)
PLATO-DOME 1	19.86	18:35	59.60	74.71%	19.89	21.99%
DOME UNIVERSAL	20.08	18:36	58.69	72.83%	19.91	22.13%
DOME CYCLE	20.09	18:37	59.65	73.95%	19.77	22.85%
DOME	20.40	18:40	61.25	73.66%	19.93	22.82%
IBFI	20.68	18:39	61.01	73.25%	19.70	23.43%
PLATO-DOME 2	21.43	18:32	65.10	71.33%	19.78	21.94%
2BEG	21.63	18:23	59.21	71.23%	19.71	20.59%
PLATO-DOME 3	21.67	18:26	65.51	72.77%	19.65	21.40%
OFFSET 1	21.68	18:29	58.75	70.65%	19.83	21.26%
IICR	23.97	18:21	75.80	69.55%	19.64	20.66%

Nota-se que o número de pacientes atendidos é em média igual a 20, o que está próximo do Cenário 3 (22 pacientes), e maior do que o Cenário 1 (17 pacientes). Além disso, o *overbooking* fez com que a ociosidade do sistema se mantivesse baixa, comparado com o Cenário 3, sendo 20% nas melhores políticas. Quanto ao desempenho das políticas, pode-se verificar que a PLATO-DOME 1 teve um resultado superior em termos de tempo médio e máximo de fila, e de percentual de pacientes até 30min na fila, sendo que o horário de fim do dia termina apenas 14 minutos mais tarde do que a política que possui fim do dia mais cedo (IICR), o que, na visão do médico em estudo, não é tão significativo comparado com a melhoria proporcionada no nível de serviço, reduzindo, por exemplo, o tempo médio de fila de 24min na pior política (IICR) para 20min na PLATO-DOME 1, ou seja, quatro minutos a menos por paciente atendido. Dessa forma, recomenda-se a sua utilização nesse cenário.

5.7.

Cenário 7 – Horário alternativo (10h-16h30min)

O segundo cenário de horário alternativo para períodos de menor demanda foi o com agendamento de 10h às 16h30min. Nesse cenário, o horário de almoço também

foi considerado entre 12h30min e 13h30min, e os outros fatores iguais aos do Cenário 3. O *overbooking* foi utilizado para cada política de agendamento, o que resultou em 22 pacientes agendados. Dessa forma, obtiveram-se os resultados indicados na Tabela 19.

Tabela 19 – Resultados do Cenário 7. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Tempo Médio de Fila (min)	Horário de fim do dia (h)	Tempo Máximo de Fila (min)	% Pacientes até 30min na Fila	Ociosidade (%)	Nº de pacientes atendidos
DOME CYCLE	16.85	17:15	51.09	78.72%	23.43%	16.12
DOME	17.63	17:20	51.25	76.41%	24.43%	16.11
IBFI	17.85	17:18	52.85	76.94%	23.99%	16.13
OFFSET 1	17.95	17:22	50.89	76.68%	24.30%	16.21
DOME UNIVERSAL	18.83	17:18	53.57	75.52%	23.58%	16.22
IICR	19.50	17:05	61.53	74.89%	20.77%	16.21
PLATO-DOME 1	20.68	17:08	58.22	72.48%	21.57%	16.17
PLATO-DOME 2	20.76	17:09	58.98	72.63%	22.05%	16.15
2BEG	21.61	17:05	58.27	70.36%	20.61%	16.26
PLATO-DOME 3	22.73	17:02	68.73	69.98%	20.28%	16.19

Nota-se, na Tabela 19, que devido à redução do turno, o número de pacientes atendidos reduz comparado com o do Cenário 3, atendendo em média 16 pacientes. Ainda comparando com o Cenário 3, percebe-se que, mesmo com a redução do número de pacientes atendidos, a utilização do *overbooking* fez com que a ociosidade continue menor, sendo em média 24% nas melhores políticas. Quanto ao desempenho das políticas, pode-se verificar que a DOME CYCLE teve um resultado superior em termos de tempo médio e máximo de fila, como também de percentual de pacientes até 30min na fila. Quanto ao horário de fim do dia, novamente percebe-se que a melhor política termina um pouco mais tarde do que outras, como a PLATO-DOME 3, que termina 13 minutos mais cedo. Entretanto, pela visão do médico esse valor não é significativo comparado com a melhoria proporcionada no nível de serviço, reduzindo, por exemplo, o tempo de fila de 23min (PLATO-DOME 3) para 17min na DOME CYCLE, recomendando-se à sua utilização.

5.8.

Cenário 8 – Horário alternativo (13h-17h30min)

O terceiro cenário de horário alternativo para períodos de menor demanda foi o com agendamento de 13h às 17h30min. Nesse cenário, não existe horário de almoço, já que o turno começa 13h e os outros fatores foram novamente iguais aos do Cenário 3. O *overbooking* foi considerado para cada política de agendamento, o que resultou em 19 pacientes agendados. Dessa forma, obtiveram-se os seguintes resultados, demonstrados na Tabela 20.

Tabela 20 – Resultados do Cenário 8. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Tempo Médio de Fila (min)	Horário de fim do dia (h)	Tempo Máximo de Fila (min)	% Pacientes até 30min na Fila	Ociosidade (%)	Nº de pacientes atendidos
DOME	15.92	18:22	45.30	79.24%	23.11%	13.87
OFFSET 1	16.49	18:30	42.98	77.91%	24.97%	13.90
DOME UNIVERSAL	16.95	18:23	46.52	77.83%	23.48%	13.85
DOME CYCLE	17.36	18:24	47.01	76.88%	23.35%	13.93
IBFI	18.34	18:22	48.31	75.39%	22.62%	13.98
2BEG	20.47	18:06	49.75	72.11%	18.91%	13.91
PLATO-DOME 1	21.48	18:03	53.11	70.08%	18.40%	13.87
IICR	23.52	18:05	61.53	69.46%	18.96%	13.85
PLATO-DOME 2	25.36	17:57	62.20	64.76%	17.01%	13.82
PLATO-DOME 3	30.98	17:50	73.48	58.18%	14.21%	13.94

Nota-se que o número de pacientes atendidos foi reduzido, comparado com o Cenário 3, 6 e 7, sendo em média igual a 14 pacientes. Ainda comparando com esses cenários, novamente o *overbooking* fez com que a ociosidade do sistema se mantivesse baixa, sendo em média 24% nas melhores políticas. Quanto ao desempenho das políticas, pode-se verificar que a DOME teve um resultado superior em termos de tempo médio e máximo de fila, e de percentual de pacientes até 30min na fila, sendo recomendado à sua utilização.

5.9.

Comparação entre as políticas de agendamento

Com o objetivo de comparar as principais políticas de agendamento da literatura, foi realizada uma análise quantitativa dos indicadores de desempenho de cada política em cada cenário. Os Cenários 2, 4 e 5 não serão apresentados, já que estes cenários não serão propostos para a clínica. O Cenário 2 não é proposto, uma vez que é o único cenário testado, além do cenário atual, que não possui *overbooking*, sendo o cenário que apresenta o pior desempenho em termos de utilização do médico (maior ociosidade). Além disso, os Cenários 4 e 5 também não serão propostos, já que estes são apenas análises de sensibilidade do Cenário 3, em que a taxa de *no-show* foi variada, não representando o estado atual do sistema.

Procurou-se encontrar, para cada indicador de desempenho, o desvio entre o resultado de cada política e o resultado da melhor política nesse indicador. Para cada política em cada cenário, foi feito o somatório dos desvios para cada indicador de desempenho. As Tabelas 21, 22, 23, 24 e 25 apresentam os cálculos dos desvios do resultado de cada política de agendamento comparado com o resultado da melhor política para cada indicador, ordenados pelo valor do somatório dos desvios para cada política.

Tabela 21 – Resultados dos desvios para o Cenário 1. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Desvio do Tempo Médio de Fila	Desvio do Horário de fim do dia	Desvio do Tempo Máximo de Fila	Desvio do % Pacientes até 30min na Fila	Desvio da Ociosidade	Somatório
IBFI	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.26
PLATO-DOME 1	0.03	0.00	0.04	0.01	0.27	0.38
PLATO-DOME 3	0.10	0.00	0.07	0.04	0.15	0.49
ATUAL	0.08	0.00	0.08	0.01	0.25	0.51
PLATO-DOME 2	0.12	0.00	0.08	0.04	0.14	0.54
OFFSETA-HMBEG	0.10	0.00	0.11	0.03	0.22	0.59
DOME	0.14	0.00	0.08	0.06	0.15	0.63
OFFSET 1	0.14	0.00	0.09	0.06	0.22	0.71
DOME CYCLE	0.20	0.00	0.11	0.09	0.14	0.82
ICR	0.16	0.00	0.16	0.07	0.21	0.84
OFFSETA-LMBEG	0.25	0.00	0.11	0.12	0.25	1.10
OFFSET 2	0.29	0.00	0.16	0.13	0.19	1.20
IBFIA-FCFA	0.34	0.00	0.18	0.14	0.08	1.22
2BEG	0.38	0.00	0.21	0.16	0.14	1.43
2BEGA-FCFA	0.55	0.00	0.29	0.26	0.00	1.89

Tabela 22 – Resultados dos desvios para o Cenário 3. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Desvio do Tempo Médio de Fila	Desvio do Horário de fim do dia	Desvio do Tempo Máximo de Fila	Desvio do % Pacientes até 30min na Fila	Desvio da Ociosidade	Somatório
OFFSET 1	0.39	0.10	0.20	0.11	0.08	1.47
OFFSETA-LMBEG	0.02	0.60	0.02	0.01	0.20	1.49
DOME UNIVERSAL	0.33	0.23	0.18	0.10	0.11	1.61
2BEG	0.45	0.10	0.21	0.13	0.06	1.62
PLATO-DOME 3	0.45	0.07	0.39	0.12	0.04	1.71
DOME CYCLE	0.44	0.13	0.33	0.12	0.10	1.81
DOME	0.44	0.17	0.31	0.12	0.06	1.84
PLATO-DOME 1	0.20	0.57	0.13	0.05	0.17	1.93
IICR	0.55	0.00	0.53	0.15	0.02	1.94
PLATO-DOME 2	0.43	0.27	0.30	0.12	0.10	2.02
OFFSETA-HMBEG	0.32	0.50	0.17	0.09	0.11	2.11
IBFI	0.24	0.60	0.18	0.07	0.21	2.20
OFFSET 2	0.15	0.83	0.07	0.05	0.23	2.35
DOME UNIVERSAL A – LMBEG	0.00	1.10	0.00	0.00	0.29	2.49
IBFIA-FCFA	0.81	0.00	0.53	0.21	0.08	2.65
ATUAL	0.33	0.67	0.23	0.10	0.23	2.65
DOME UNIVERSAL A – HMBEG	0.13	1.00	0.05	0.04	0.28	2.68
2BEGA-FCFA	0.86	0.00	0.51	0.23	0.00	2.70

Tabela 23 – Resultados dos desvios para o Cenário 6. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Desvio do Tempo Médio de Fila	Desvio do Horário de fim do dia	Desvio do Tempo Máximo de Fila	Desvio do % Pacientes até 30min na Fila	Desvio da Ociosidade	Somatório
2BEG	0.09	0.00	0.01	0.05	0.00	0.28
PLATO-DOME 1	0.00	0.11	0.02	0.00	0.06	0.30
OFFSET 1	0.09	0.00	0.00	0.05	0.03	0.32
PLATO-DOME 3	0.09	0.00	0.12	0.03	0.04	0.39
DOME UNIVERSAL	0.01	0.13	0.00	0.03	0.07	0.41
DOME CYCLE	0.01	0.16	0.02	0.01	0.11	0.48
PLATO-DOME 2	0.08	0.04	0.11	0.05	0.06	0.51
DOME	0.03	0.22	0.04	0.01	0.10	0.68
IBFI	0.04	0.20	0.04	0.02	0.13	0.70
IICR	0.21	0.00	0.29	0.07	0.00	0.84

Tabela 24 – Resultados dos desvios para o Cenário 7. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Desvio do Tempo Médio de Fila	Desvio do Horário de fim do dia	Desvio do Tempo Máximo de Fila	Desvio do % Pacientes até 30min na Fila	Desvio da Ociosidade	Somatório
DOME CYCLE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16
IBFI	0.06	0.07	0.04	0.02	0.18	0.52
DOME	0.05	0.11	0.01	0.03	0.20	0.59
IICR	0.16	0.00	0.21	0.05	0.02	0.64
DOME UNIVERSAL	0.12	0.07	0.05	0.04	0.16	0.66
OFFSET 1	0.07	0.16	0.00	0.03	0.20	0.69
PLATO-DOME 1	0.23	0.00	0.14	0.08	0.06	0.82
PLATO-DOME 2	0.23	0.00	0.16	0.08	0.09	0.86
2BEG	0.28	0.00	0.15	0.11	0.02	0.94
PLATO-DOME 3	0.35	0.00	0.35	0.11	0.00	1.27

Tabela 25 – Resultados dos desvios para o Cenário 8. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Desvio do Tempo Médio de Fila	Desvio do Horário de fim do dia	Desvio do Tempo Máximo de Fila	Desvio do % Pacientes até 30min na Fila	Desvio da Ociosidade	Somatório
DOME	0.00	0.16	0.05	0.00	0.63	0.99
2BEG	0.29	0.00	0.16	0.09	0.33	1.24
DOME UNIVERSAL	0.06	0.18	0.08	0.02	0.65	1.26
DOME CYCLE	0.09	0.20	0.09	0.03	0.64	1.38
IBFI	0.15	0.16	0.12	0.05	0.59	1.43
PLATO-DOME 1	0.35	0.00	0.24	0.12	0.29	1.46
OFFSET 1	0.04	0.33	0.00	0.02	0.76	1.53
IICR	0.48	0.00	0.43	0.12	0.33	1.97
PLATO-DOME 2	0.59	0.00	0.45	0.18	0.20	2.20
PLATO-DOME 3	0.95	0.00	0.71	0.27	0.00	3.13

A partir dos valores do somatório do desvio de cada política em cada cenário, pode-se apresentar o resultado consolidado de todos os cenários analisados, conforme Tabela 26. Essa tabela apresenta apenas as políticas que foram testadas em todos os cenários propostos (Cenários 3, 6, 7 e 8), para possibilitar a comparação entre elas.

Tabela 26 – Comparação entre as principais políticas de agendamento. Fonte: Elaboração própria.

Política de Agendamento	Soma dos desvios por Cenário					Cenários 1 a 8		Cenários 3 a 8	
	1	3	6	7	8	Média	Soma	Média	Soma
DOME CYCLE	0.82	1.81	0.48	0.16	1.38	0.93	4.65	0.96	3.82
DOME UNIVERSAL	-	1.61	0.41	0.66	1.26	-	-	0.99	3.94
DOME	0.63	1.84	0.68	0.59	0.99	0.94	4.72	1.02	4.09
OFFSET 1	0.71	1.47	0.32	0.69	1.53	0.94	4.72	1.00	4.01
PLATO-DOME 1	0.38	1.93	0.30	0.82	1.46	0.98	4.90	1.13	4.52
IBFI	0.26	2.20	0.70	0.52	1.43	1.02	5.10	1.21	4.84
2BEG	1.43	1.62	0.28	0.94	1.24	1.10	5.50	1.02	4.07
PLATO-DOME 2	0.54	2.02	0.51	0.86	2.20	1.23	6.13	1.40	5.59
IICR	0.84	1.94	0.84	0.64	1.97	1.25	6.23	1.35	5.40
PLATO-DOME 3	0.49	1.71	0.39	1.27	3.13	1.40	6.98	1.62	6.50

Pode-se perceber que a política DOME CYCLE apresentou o melhor resultado entre as políticas testadas, uma vez que possui o menor valor de média e também de soma dos desvios nos cenários. Essa política não teve bom desempenho apenas no

cenário atual (Cenário 1). Em todos os cenários propostos (Cenários 3, 6, 7 e 8), a política DOME CYCLE apresenta um bom desempenho, sendo a melhor entre todas as políticas no Cenário 7.

5.10.

Discussão

Após a apresentação dos resultados de cada cenário, torna-se importante comparar os cenários testados e indicar qual a melhor opção para o consultório, tanto para períodos de alta, média e baixa demanda por agendamentos, de acordo com os indicadores de desempenho.

A Tabela 27 apresenta o resultado das melhores políticas para cada cenário, além do resultado da política ATUAL no cenário atual como base de comparação. Assim como na comparação das políticas feita na Seção 5.9, os Cenários 2, 4 e 5 também não serão apresentados nessa tabela, já que estes cenários não serão propostos para a clínica.

Tabela 27 – Resultado dos cenários relevantes. Fonte: Elaboração própria.

Cenário (Agenda)	Política de Agendamento	Tempo Médio de Fila (min)	Horário de fim do dia (h)	Tempo Máximo de Fila (min)	% Pacientes até 30min na Fila	Ociosidade (%)	Nº de pacientes atendidos
Atual							
1 (9h-18h)	ATUAL	22.73	18:27	66.45	68.93%	29.07%	16.93
	IBFI	21.11	18:29	61.48	69.88%	29.46%	16.90
Proposto							
3 (9h-18h)	OFFSET 1	20.72	18:33	60.59	72.58%	21.91%	22.03
Alternativos							
6 (10h-17h45min)	PLATO-DOME 1	19.86	18:35	59.60	74.71%	21.99%	19.89
7 (10h-16h30min)	DOME CYCLE	16.85	17:15	51.09	78.72%	23.43%	16.12
8 (13h-17h30min)	DOME	15.92	18:22	45.30	79.24%	23.11%	13.87

Ao comparar o Cenário 3 com o Cenário 1, percebe-se que o *overbooking* proporcionou um aumento de 30% no número de pacientes atendidos, de 17 para 22 pacientes. Apesar desse aumento, o horário de fim do dia se manteve próximo de 18h30min e o nível de serviço melhorou, com a redução do tempo médio de fila. O Cenário 3 trouxe uma melhoria em todos os indicadores, quando comparados com a política ATUAL e com a IBFI do Cenário 1. Além disso, todos os indicadores ficaram com valores satisfatórios no ponto de vista do paciente. Entretanto, vale ressaltar que esse resultado, assim como os resultados dos Cenários 6, 7 e 8, dependem do comprometimento do médico quanto à sua pontualidade, já que consideram o médico pontual.

Comparando o Cenário 6 com o Cenário 1, percebe-se que, mesmo com um turno de trabalho menor para o cenário 6, em que o dia começa uma hora mais tarde, o *overbooking* possibilitou um número de pacientes atendidos 17% maior do que o cenário atual, aumentando de 17 para 20 pacientes. Esse cenário alternativo trouxe novamente uma melhoria em todos os indicadores comparados tanto com a política

ATUAL quanto com a IBFI do Cenário 1, mantendo o horário de fim do dia próximo das 18h30min. Além disso, todos os indicadores ficaram com valores satisfatórios.

Na comparação do Cenário 7 com o Cenário 1, percebe-se que, mesmo com um horário de agendamento menor, de 10h às 16h30min, o número de atendimentos foi bem semelhante ao cenário atual devido ao *overbooking*, tendo em média 16 pacientes atendidos. Além de começar mais cedo, nesse cenário o dia também termina cerca de 1h15min mais cedo do que o cenário atual, às 17h15min. Além disso, esse cenário alternativo teve um dos melhores desempenhos em termos de nível de serviço, com um dos menores valores de tempo médio de fila entre os cenários.

Na comparação do Cenário 8 com o Cenário 1, percebe-se que esse cenário com horário de agendamento de 13h às 17h30min, teve um número de atendimentos menor do que o cenário atual, com uma média de 14 pacientes. Isso acontece uma vez que o horário de agendamento é muito curto nesse Cenário 8. Além disso, esse cenário alternativo teve o melhor desempenho em termos de nível de serviço, em todos os indicadores de fila.

Portanto, pelos resultados apresentados anteriormente, recomenda-se para o agendamento a utilização da melhor política do Cenário 3 (9h-18h), a OFFSET 1, para períodos de alta demanda, da PLATO-DOME 1 do Cenário 6 (10h-17h45min) para períodos de média demanda, e da DOME CYCLE do Cenário 7 (10h-16h30min) para períodos de baixa demanda. A DOME do Cenário 8 (13h-17h30min) pode ser utilizada em ocasiões específicas em que o médico esteja impedido de trabalhar na parte da manhã.

Com o intuito de avaliar a equidade do indicador de tempo médio de fila para cada um desses cenários, as Figuras 10 e 11 mostram o comportamento do tempo médio de fila por horário agendado.

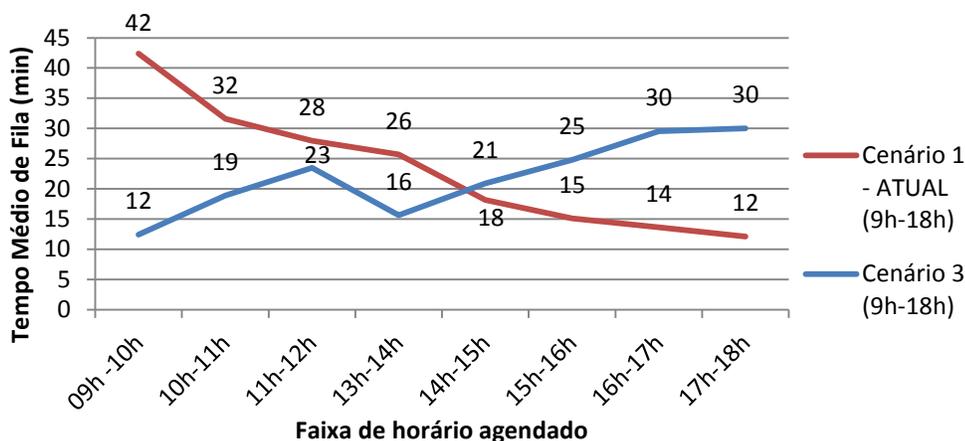


Figura 10 – Comparação do comportamento do tempo médio de fila entre os Cenários 1 e 3 por faixa de horário agendado. Fonte: Elaboração própria.

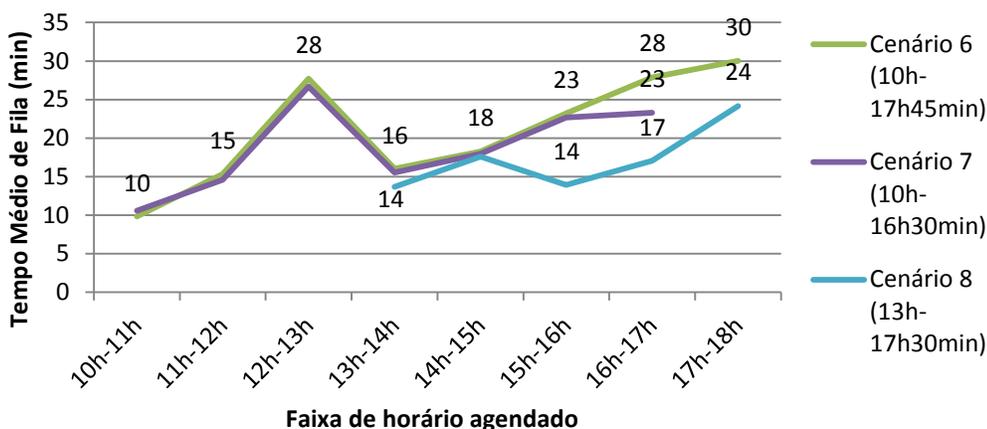


Figura 11 – Comparação do comportamento do tempo médio de fila entre os Cenários 6, 7 e 8 por faixa de horário agendado. Fonte: Elaboração própria.

Pela análise da Figura 10, percebe-se que no Cenário 3, devido à pontualidade do médico, o tempo médio de fila no início do dia não possui valores tão extremos como no cenário atual com a regra ATUAL. Além disso, percebe-se que no Cenário 3 o tempo médio de fila durante todo o dia não ultrapassa 30 minutos, enquanto que no cenário atual ele ultrapassa os 30 minutos nos dois primeiros horários do dia. Na Figura 11, observa-se que o comportamento do Cenário 6 e 7 são bem semelhantes, já que ambos começam o dia às 10h, apenas diferindo o horário de término, que no Cenário 7 é mais cedo. Quanto ao Cenário 8, nota-se que o comportamento é diferente, pois o horário de agendamento é apenas a tarde. Além disso, percebe-se

que a fila média não atinge valores tão altos quanto a dos outros cenários. Isso pode ser explicado pelo menor turno de trabalho e pela não interferência do horário de almoço.

No que tange a comparação entre as políticas de agendamento, conforme os resultados da Seção 5.9, pode-se perceber que, em média, a política DOME CYCLE apresentou o melhor resultado entre as políticas testadas. Esse resultado corrobora com as constatações de Klassen e Yoogalingam (2009) e Cayirli *et al.* (2012) que concluíram que os intervalos de agendamento ótimos possuíam um comportamento DOME. Além disso, percebe-se que a política desenvolvida neste estudo, a DOME CYCLE, foi superior à política proposta por Klassen e Yoogalingam (2009), a PLATÔ-DOME, e superior à proposta por Cayirli *et al.* (2012), a DOME UNIVERSAL.

Nota-se também que a política proposta DOME CYCLE não teve bom desempenho apenas no cenário atual (Cenário 1), possivelmente, devido à influência do atraso do médico, que afeta o desempenho das regras que tem como característica colocar mais pacientes no início do dia, como é o caso das políticas que tem padrão DOME (DOME, DOME CYCLE, DOME UNIVERSAL, PLATÔ-DOME) e da política 2BEG (que coloca dois pacientes no primeiro horário), sendo esse o possível motivo da política IBFI ser a melhor política nesse cenário. Em todos os cenários propostos (Cenários 3, 6, 7 e 8), como não é considerado o atraso do médico, a política DOME CYCLE apresenta um bom desempenho, sendo a melhor entre todas as políticas do Cenário 7.

Em relação à DOME UNIVERSAL, percebe-se que a mesma também apresentou um resultado superior às outras, sendo a segunda melhor política, o que está coerente com os resultados de Cayirli *et al.* (2012), onde essa política foi sugerida e obteve os melhores resultados.

Em relação à política proposta por Klassen e Yoogalingam (2014), a IICR, que havia apresentado resultados superiores à PLATÔ-DOME, percebe-se que, neste presente estudo de caso, esta política não gerou bons resultados e foi inferior à PLATÔ-DOME, diferentemente do que havia sido observado por estes autores.

No que tange à política de intervalo ajustado DOME UNIVERSAL A proposta por Cayirli e Yang (2014) e a IBFIA, 2BEGA e OFFSET A testadas por Athula Wijewickrama e Takakuwa (2012) e Bhattacharjee e Ray (2016), notou-se no Cenário 3 que os resultados haviam sido inferiores às outras políticas. Esse resultado constata que as políticas mais simples de desenvolvimento e implantação, que é o caso das políticas sem ajuste de horário por classe de paciente, foram superiores às políticas mais complexas que ajustam os horários por classe de paciente.

6 Conclusão

A partir das análises dos resultados e discussão, pode-se concluir que o Cenário 3, que mantém o agendamento de 9h às 18h, e que considera o *overbooking* de pacientes para compensar o *no-show*, é a melhor opção em termos de número de atendimentos por dia, proporcionado a partir da utilização da melhor política desse cenário, a OFFSET 1, um aumento de 30% nos atendimentos, sendo assim recomendado para períodos de alta demanda. Para períodos de média e baixa demanda, recomenda-se, respectivamente, o Cenário 6 com a política PLATÔ-DOME 1 (10h às 17h45min) e o Cenário 7 com a política DOME CYCLE (10h às 16h:30min).

Em todos os cenários propostos, o nível de serviço melhorou, quando comparado com o do cenário atual (Cenário 1), e apresentou valores satisfatórios do ponto de vista do paciente. Isso pode ser concluído através dos resultados dos indicadores de tempo médio e máximo de fila, que foram menores do que 21min e 61min para todas as políticas propostas em cada cenário, respectivamente. Além disso, o percentual de pacientes até 30min na fila apresentou valores maiores que 72% para todas as políticas propostas, o que está próximo do valor recomendado na Grã-Bretanha, que é igual a 75% (Department of Health, 1991).

Um resultado importante relacionado ao aumento de 30% no número de atendimentos será o conseqüente aumento no volume de cirurgias bariátricas feitas pelo médico. Apesar desse aumento ser alto, isso não deve ocasionar problemas de capacidade na agenda de cirurgias do médico, uma vez que este possui flexibilidade reservando três dias da semana para realizar as cirurgias. Além disso, nem todos esses pacientes atendidos a mais serão de primeira vez, uma parcela será de retorno operado, o que não garante que serão realizadas novas cirurgias em todos os casos.

No caso da clínica em questão, o sucesso da nova política proposta tem o facilitador de estar sendo aplicada à agenda do próprio dono da clínica, sendo este o

maior interessado na melhoria do sistema. Caso a agenda fosse de um profissional contratado, poder-se-ia recomendar a utilização de uma remuneração variável para o médico de forma que ele ganhasse mais quanto maior fosse o número de pacientes atendidos.

É importante ressaltar que os cenários propostos consideram a pontualidade do médico, sendo este um fator que está sob o seu domínio, além dele ser o maior interessado na melhoria do sistema de agendamento. O atraso do médico no cenário atual é explicado pelo fato do médico ficar ocioso no início do dia devido à alta taxa de *no-show*. Porém, com essa nova política de agendamento proposta, que inclui o uso do *overbooking*, o número de pacientes agendados será maior do que no cenário atual, o que tende a diminuir a ociosidade do médico no início do dia.

As políticas OFFSET 1, PLATÔ-DOME 1, DOME CYCLE e DOME foram as melhores políticas dentre os cenários propostos. Além disso, pode-se concluir que, na maioria dos cenários, a melhor política teve o aspecto DOME, o que está de acordo com a revisão da literatura, que encontrou em estudos recentes que os intervalos de agendamento ótimos possuem um padrão DOME (Klassen e Yoogalingam, 2009; Cayirli *et al.*, 2012).

Uma contribuição importante desta dissertação foi propor uma nova política de agendamento, a DOME CYCLE, que foi testada em diversos cenários para uma clínica especializada em cirurgia bariátrica do Rio de Janeiro. Essa nova política apresentou um resultado superior ao das principais políticas da literatura, na média dos cenários. Ela tem como característica promover a divisão da DOME tradicional em dois ou mais períodos, a depender do número de pacientes agendados por turno. Essa divisão permite que o efeito da DOME seja mais eficiente para turnos maiores, onde existem muitos pacientes agendados.

A Figura 12 ilustra os horários do turno da tarde da política DOME CYCLE no Cenário 7, sendo esta a melhor política desse cenário, e a Figura 13 ilustra o horário da política DOME para o mesmo cenário. Percebe-se que, devido à divisão da agenda em dois ciclos (13h30min-15h; 15h-16h30min), a política DOME CYCLE permite que no início e final da tarde não cheguem tantos pacientes em intervalos menores quanto na DOME, controlando o crescimento da fila. Além disso, percebe-se também

que a DOME CYCLE não permite que existam muitos horários com intervalos maiores no meio da tarde, o que reduz a ociosidade nesses horários comparado com a DOME. Além disso, essas figuras demonstram como é simples a implementação das políticas propostas neste estudo, sendo traduzidas em uma agenda com horários fixos para a chegada dos pacientes.

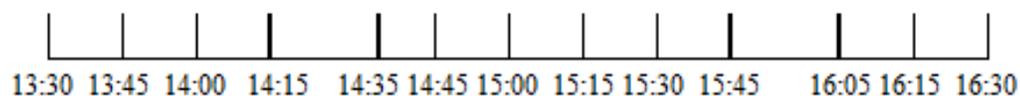


Figura 12 – Horários do turno da tarde da política DOME CYCLE no Cenário 7. Fonte: Elaboração própria.

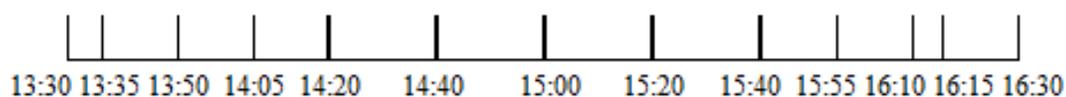


Figura 13 – Horários do turno da tarde da política DOME no Cenário 7. Fonte: Elaboração própria.

Outro aspecto relevante do presente estudo é o número de fatores de complexidade do sistema de saúde que foram considerados na aplicação. Este trabalho considerou sete fatores de complexidade, quais sejam: variação do número de agendamentos por seção, pacientes impontuais, presença de *no-shows* por classe de paciente, utilização de *overbooking*, tempos de serviços estocásticos, atrasos e interrupções do serviço, e disciplina de fila por ordem da agenda. Não foi encontrado, até à data, nenhum artigo que apresente todos os fatores que foram considerados nesse trabalho atuando de forma conjunta.

Outra contribuição do presente trabalho foi o desenvolvimento de uma síntese das principais formulações para o cálculo das principais políticas de agendamento da literatura, realizado através de uma revisão sistemática. Além disso, uma formulação para a política IICR, ainda não encontrada na literatura, foi proposta neste estudo.

Por fim, os cenários testados nesse trabalho consideraram o *overbooking* de pacientes pelo método de redução dos intervalos de agendamento. Para estudos futuros, pretende-se comparar o desempenho dos cenários propostos com uma outra alternativa de *overbooking*, em que os agendamentos são feitos com dois ou mais

pacientes em um mesmo *slot*, sem reduzir os intervalos de agendamento. Para isso, o objetivo é desenvolver um modelo de predição de *no-show* que leve em consideração a probabilidade de *no-shows* individuais, de acordo com os dados demográficos e informações de agendamento de cada paciente. A partir da probabilidade de *no-show* de cada paciente, torna-se possível fazer um *overbooking* inteligente, que busque adicionar outro paciente no horário onde o paciente agendado tem maior probabilidade de faltar.

7 Referências bibliográficas

ATHULA WIJEWICKRAMA, A.; TAKAKUWA, S. Designing outpatient appointment systems with patient characteristics: A case study. **International Journal of Healthcare Technology and Management**, v. 13, n. 1-3, p. 157-169, 2012.

BABES, M.; SARMA, G. Out-Patient Queues at the Ibn-Rochd Health Center. **Journal of the Operational Research Society**, v. 42, n. 10, p. 845–855, 1991.

BAILEY, N. A Study of Queues and Appointment Systems in Hospital Outpatient Departments with Special Reference to Waiting Times. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 14, p. 185–199, 1952.

BARD, J.; SHU, Z.; MORRICE, D., POURSANI, R.; LEYKUM, L. Improving patient flow at a family health clinic. **Health care management science**, v. 19, n. 2, p. 170-191, 2016.

BHATTACHARJEE, P.; RAY, P. Simulation modelling and analysis of appointment system performance for multiple classes of patients in a hospital: a case study. **Operations Research for Health Care**, v. 8, p. 71-84, 2016.

BRAILSFORD, S. Advances and challenges in healthcare simulation modeling: tutorial. In: Proceedings of the 39th conference on Winter simulation: 40 years! The best is yet to come. **IEEE Press**, p. 1436-1448, 2007.

CAYIRLI, T.; VERAL, E.. Outpatient scheduling in health care: a review of literature. **Production and operations management**, v. 12, n. 4, p. 519-549, 2003.

CAYIRLI, T.; VERAL, E.; ROSEN, H. Assessment of patient classification in appointment system design. **Production and Operations Management**, v. 17, n. 3, p. 338-353, 2008.

CAYIRLI, T.; VERAL, E.; ROSEN, H.. Designing appointment scheduling systems for ambulatory care services. **Health care management science**, v. 9, n. 1, p. 47-58, 2006.

CAYIRLI, T.; YANG, K. A universal appointment rule with patient classification for service times, no-shows, and walk-ins. **Service Science**, v. 6, n. 4, p. 274-295, 2014.

CAYIRLI, T.; YANG, K.; QUEK, S. A Universal Appointment Rule in the Presence of No-Shows and Walk-Ins. **Production and Operations Management**, v. 21, n. 4, p. 682-697, 2012.

COX, T.; BIRCHAL, J.; WONG, H. Optimizing the Queuing System for an Ear, Nose and Throat Outpatient Clinic. **Journal of Applied Statistics**, v. 12, p. 113–126, 1985.

DANTAS, L. Revisão sistemática da literatura sobre no-show em agendamento de consultas. Dissertação de mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2016.

DELESIE, L. Bridging the gap between clinicians and health managers. **European Journal of Operational Research**, v. 105, p. 248-256, 1998.

DEPARTMENT OF HEALTH. The Patient's Charter. H. M. S. O., London, U.K, 1991.

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>. Acesso em: 7 fev. 2015.

GOLDSMITH, J. A Radical Prescription for Hospitals. **Harvard Business Review**, v. 67, n. 3, p. 104–111, 1989.

GUPTA, D.; DENTON, B.. Appointment scheduling in health care: Challenges and opportunities. **IIE transactions**, v. 40, n. 9, p. 800-819, 2008.

HALL, R.. Matching Healthcare Resources to Patient Needs. In: **Handbook of Healthcare System Scheduling**. Springer US, 2012. p. 1-9.

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

HO, C.; LAU, H. Evaluating the impact of operating conditions on the performance of appointment scheduling rules in service systems. **European Journal of Operational Research**, v. 112, n. 3, p. 542-553, 1999.

HO, C.; LAU, H. Minimizing total cost in scheduling outpatient appointments. **Management science**, v. 38, n. 12, p. 1750-1764, 1992.

HUANG, X. Patient attitude towards waiting in an outpatient clinic and its applications. **Health Services Management Research**, v. 7, n. 1, p. 2-8, 1994.

HULSHOF, P.; KORTBEEK, N.; BOUCHERIE, R.; HANS, E.; BAKKER, P. Taxonomic classification of planning decisions in health care: a structured review of the state of the art in OR/MS. **Operational Research Society**, v.1, p. 129-175, 2012.

JERBI, B.; KAMOUN, H.. Multiobjective study to implement outpatient appointment system at Hedi Chaker Hospital. **Simulation Modelling Practice and Theory**, v. 19, n. 5, p. 1363-1370, 2011.

KHAN, K. S.; KUNZ, R.; KLEIJNEN, J.; ANTES, G. Five steps to conducting a systematic review. **Journal of the Royal Society of Medicine**, v. 96, n. 3, p. 118-121, 2003.

KLASSEN, K.; ROHLEDER, T. Scheduling outpatient appointments in a dynamic environment. **Journal of operations Management**, v. 14, n. 2, p. 83-101, 1996.

KLASSEN, K.; YOOGALINGAM, R. Appointment system design with interruptions and physician lateness. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 33, n. 4, p. 394-414, 2013.

KLASSEN, K.; YOOGALINGAM, R. Improving performance in outpatient appointment services with a simulation optimization approach. **Production and Operations Management**, v. 18, n. 4, p. 447-458, 2009.

KLASSEN, K.; YOOGALINGAM, R. Strategies for appointment policy design with patient unpunctuality. **Decision Sciences**, v. 45, n. 5, p. 881-911, 2014.

KLASSEN, K.; ROHLEDER, T. Outpatient appointment scheduling with urgent clients in a dynamic, multi-period environment. **International Journal of Service Industry Management**, v. 15, n. 2, p. 167-186, 2004.

LAGANGA, L.; LAWRENCE, S. Clinic overbooking to improve patient access and increase provider productivity. **Decision Sciences**, v. 38, n. 2, p. 251-276, 2007.

LEHANEY, B., CLARKE, S., PAUL, R. A Case of Intervention in an Outpatients Department. **Journal of the Operational Research Society**, v. 50, n. 9, p. 877-891, 1999.

LINDLEY, D. The Theory of Queues with a Single Server. **Proceedings Cambridge Philosophy Society**, v. 48, p. 277-289, 1952.

OECD - Organization for Economic Co-operation and Development (2010) Health care systems: Getting more value for money. OECD Economics Department Policy Notes, No. 2.

RISING, E.; BARON, R.; AVERILL, B. A System Analysis of a University Health Service Outpatient Clinic. **Operations Research**, v. 21, n. 5, p. 1030-1047, 1973.

ROBINSON S. Discrete-event simulation: from the pioneers to the present, what next? **The Journal of the Operational Research Society**, v. 56, n. 6, p. 619-629, 2005.

ROCKART, J.; HOFMANN, P. Physician and Patient Behavior Under Different Scheduling Systems in a Hospital Outpatient Department. **Medical Care**, v. 7, n. 6, p. 463-470, 1969.

ROHLEDER, T.; KLASSEN, K. Using client-variance information to improve dynamic appointment scheduling performance. **Omega**, v. 28, n. 3, p. 293-302, 2000.

SALZARULO, P.; BRETTHAUER, K.; CÔTÉ, M.; SCHULTZ, K. The impact of variability and patient information on health care system performance. **Production and Operations Management**, v. 20, n. 6, p. 848-859, 2011.

SEPÚLVEDA, J.; BERROETA, C.. Reglas de decisión para la selección de sistemas de citas basadas en características del paciente y de la institución de salud. **Revista médica de Chile**, v. 140, n. 7, p. 867-872, 2012.

SHAFER, S.; SMUNT, T. Empirical simulation studies in operations management: context, trends, and research opportunities. **Journal of Operations Management**, v. 22, n. 4, p. 345-354, 2004.

THOMÉ, A.; SCAVARDA, L.; FERNANDEZ, N.; SCAVARDA A. Sales and operations planning: A research synthesis. **International Journal of Production Economics**, v. 138, p. 1–13, 2012.

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

VISSERS, J.; WIJNGAARD, J. The outpatient appointment system: Design of a simulation study. **European Journal of Operational Research**, v. 3, n. 6, p. 459-463, 1979.

WESTMAN, G.; ANDERSSON, S.; FREDRIKSSON, P. Waiting Room Time in the Assessment of an Appointment System in Primary Care. **Scandinavian Journal of Primary Health Care**, v. 5, n. 35, p. 35–40, 1987.

WHITE, D.; FROEHLE, C.; KLASSEN, K.. The effect of integrated scheduling and capacity policies on clinical efficiency. **Production and Operations Management**, v. 20, n. 3, p. 442-455, 2011.

WHO - World Health Organization. 2014. Disponível em: <http://apps.who.int/gho/data/view.main.HEALTHEXPRATIOBRA>. Acesso em: 30.ago.2016

YANG, K.; LU, M.; QUEK, S. A New Appointment Rule for a Single-Server, Multiple-Customer Service System,” *Naval Research Logistics*, v. 45, p. 313–326, 1998.

Apêndice A - Formulações das regras de agendamento

As regras de agendamento apresentadas por Cayirli *et al.* (2006) são construídas de acordo com as formulações propostas pelos autores:

Seja t_i o horário de agendamento do paciente i , μ o tempo médio de consulta, β_i parâmetros que ajustam quão cedo ou tarde serão os horários de agendamentos comparados com a regra usual IBFI e k_i o parâmetro que define quais pacientes que chegarão mais cedo ou mais tarde comparado com a regra IBFI:

- IBFI:

$$t_1 = 0 \quad (1)$$

$$t_i = t_{i-1} + \mu, \text{ para todo } i > 1 \quad (2)$$

- OFFSET:

$$t_1 = 0 \quad (3)$$

$$t_i = (i - 1)\mu - \beta_1(k_1 - i)\sigma, \text{ para todo } i \leq k_1 \quad (4)$$

$$t_i = (i - 1)\mu + \beta_2(i - k_1)\sigma, \text{ para todo } i > k_1 \quad (5)$$

- DOME:

$$t_1 = 0 \quad (6)$$

$$t_i = (i - 1)\mu - \beta_1(k_1 - i)\sigma, \text{ para todo } i \leq k_1 \quad (7)$$

$$t_i = (i - 1)\mu + \beta_2(i - k_1)\sigma, \text{ para todo } k_1 < i < k_2 \quad (8)$$

$$t_i = (i - 1)\mu - \beta_3(i - k_2)\sigma, \text{ para todo } i \geq k_2 \quad (9)$$

- 2BEG:

$$t_1 = t_2 = 0 \quad (10)$$

$$t_i = t_{i-1} + \mu, \text{ para todo } i > 2 \quad (11)$$

- MBFI:

$$t_i = t_{i+1} = (i - 1)\mu, \text{ para todo } i = 1, 3, 5, 7, \dots \quad (12)$$

- 2BGDM:

$$t_i = t_{i+1} = (i - 1)\mu - \beta_1(k_1 - i)\sigma, \text{ para todo } i = 1 \quad (13)$$

$$t_{i+1} = (i - 1)\mu - \beta_1(k_1 - i)\sigma, \text{ para todo } 2 \leq i \leq k_1 \quad (14)$$

$$t_{i+1} = (i - 1)\mu + \beta_2(i - k_1)\sigma, \text{ para todo } k_1 < i < k_2 \quad (15)$$

$$t_{i+1} = (i - 1)\mu - \beta_3(i - k_2)\sigma, \text{ para todo } i \geq k_2 \quad (16)$$

- MBDM:

$$t_i = t_{i+1} = (i - 1)\mu - \beta_1(k_1 - i)\sigma, \text{ para todo } i = 1, 3, \dots, k_1 \quad (17)$$

$$t_i = t_{i+1} = (i - 1)\mu + \beta_2(i - k_1)\sigma, \text{ para todo } k_1 < i < k_2 \quad (18)$$

$$t_{i+1} = (i - 1)\mu - \beta_3(i - k_2)\sigma, \text{ para todo } i \geq k_2 \quad (19)$$

Quanto aos parâmetros da regra OFFSET, Ho e Lau (1992) recomendaram a utilização de dois conjuntos de parâmetros (β_1, β_2, k_1) que tiveram melhor desempenho em seus estudos para uma clínica com $N = 10$ pacientes por dia, quais sejam: (0,15; 0,30; 5) e (0,25; 0,5; 5). Klassen e Rohleder (1996) identificaram que esses parâmetros definidos por Ho e Lau (1992) resultaram em dias com o horário de final de atendimento excessivamente tarde. Rohleder e Klassen (2000) testaram outros parâmetros para $N = 21$ e identificaram que os parâmetros $\beta_1 = \beta_2 = 0.2$ e $k_1 = 12$ tiveram o melhor desempenho. Cayirli *et al.* (2006) ajustaram o valor dos parâmetros para uma clínica com $N = 20$, mantendo $\beta_1 = 0.15$ e $\beta_2 = 0.3$ e utilizando $k_1 = 10$. Bhattacharjee e Ray (2016) utilizaram como parâmetros os valores (0,15; 0,30; 9) em uma clínica com $N = 18$.

Na definição dos parâmetros da regra DOME, Cayirli *et al.* (2006) apresentam duas restrições que devem ser consideradas: $\beta_2 < \mu/(k_2 - k_1 - 1)\sigma$ e $\beta_3 < \mu/\sigma$. Em seus testes, o conjunto de parâmetros $(\beta_1 = 0,15; \beta_2 = 0,3; \beta_3 = 0,05; k_1 = 5, k_2 = 9)$ tiveram os melhores resultados para uma clínica com $N = 10$. Da mesma forma, para uma clínica com $N = 20$, os parâmetros (k_1, k_2) foram ajustados para (10; 18), respectivamente, mantendo os outros constantes. Bhattacharjee e Ray (2016)

utilizaram como parâmetros os valores (0,15; 0,40; 0,2; 6; 13) em uma clínica com $N = 18$.

Salzarulo *et al.* (2011) desenvolveu a regra PLATÔ-DOME de acordo com a seguinte formulação:

Seja z_i, S, Z, J_1 e J_2 parâmetros definidos por para determinação dos horários de agendamento:

- PLATÔ-DOME:

- Passo 1:

$$z_i = Z - (J_1 - i)S, \text{ para todo } i < J_1 \quad (20)$$

$$z_i = Z, \text{ para todo } J_1 \leq i \leq J_2 \quad (21)$$

$$z_i = Z - 0,5(i - J_2)S, \text{ para todo } i > J_2 \quad (22)$$

- Passo 2:

$$t_i = 0, \text{ para } i = 1 \quad (23)$$

$$t_i = t_{i-1} + \mu_{i-1} + z_i \sigma_{i-1}, \text{ para todo } 1 < i < N \quad (24)$$

Cayirli *et al.* (2012) definiram a seguinte formulação para o cálculo da regra DOME UNIVERSAL:

- DOME UNIVERSAL:

$$t_i = \text{Max} \{0; k(i - 1)\mu' - \sigma' \pi \sqrt{i}\}, \text{ para todo } i = 1, \dots, N' \quad (25)$$

$$N' = \frac{N}{1 - P_n + P_w} \quad (26)$$

$$\mu' = (1 - P_n + P_w)\mu \quad (27)$$

$$\sigma'^2 = (1 - P_n - P_w)[\sigma^2 + (P_n - P_w)^2 \mu^2] + P_n(1 - P_n + P_w)^2 \mu^2 + P_w[2\sigma^2 + (1 + P_n - P_w)^2 \mu^2] \quad (28)$$

$$\pi = \frac{N' + i}{N' - 1} \quad (29)$$

$$k = \{0,9973 - 0,103 [0,005765 CR(1 - P_n) + (CR(1 - P_n))^{-0,3481}] - 0,10699 CV^{1,257} - 0,627[(N'(1 - P_n))^{-0,8579}] - 0,007574[(|CR(1 - P_w) - 2,143|)^{0,9682} - 0,622 CR(1 - P_w)] + 0,004855 CR^{0,8913}\}^{-1,898} \quad (30)$$

$$CV = \sigma/\mu \quad (31)$$

$$CR = C_d/C_p \quad (32)$$

A partir da regra IICR desenvolvida por Klassen e Yoogalingam (2014), esta dissertação propõe a seguinte uma formulação para o cálculo dessa regra:

Seja a, b, c, d, e, k_1 e k_2 parâmetros para determinação dos horários de agendamento:

- IICR:

$$t_i = 0, \text{ para } i = 1 \quad (33)$$

$$t_i = a \mu, \text{ para } i = 2, 4, 6, \dots, k_1 \quad (34)$$

$$t_i = b \mu, \text{ para } i = 3, 7, 11, \dots, k_1 \quad (35)$$

$$t_i = c \mu, \text{ para } i = 5, 9, 13, \dots, k_1 \quad (36)$$

$$t_i = 0, \text{ para } i = k_1 + 1 \quad (37)$$

$$t_i = d \mu, \text{ para } i = k_1 + 2, k_1 + 5, k_1 + 8, \dots, k_2 \quad (38)$$

$$t_i = 0, \text{ para } i = k_1 + 3, k_1 + 4, k_1 + 6, k_1 + 7, \dots, k_2 + 1 \quad (39)$$

$$t_i = e \mu, \text{ para } i = k_2 + 2 \quad (40)$$

$$t_i = 0, \text{ para } i = k_2 + 3, k_2 + 4, \dots, N \quad (41)$$

Segundo Klassen e Yoogalingam (2014), uma das configurações de parâmetros da regra IICR que teve o melhor desempenho foi ($a = 0.5, b = 1.5, c = 2, d = 3, e = 2.5$), sendo k_1 igual a 10 e k_2 igual a 18 em uma clínica com $N = 24$.

Cayirli e Yang (2014) defiram a seguinte formulação para o cálculo da regra DOME UNIVERSAL A, que considera os mesmos parâmetros da regra DOME UNIVERSAL, com alteração apenas no cálculo do horário de agendamento, que passa a ser separado por classe (A ou B):

- DOME UNIVERSAL A:

$$t_i = \text{Max} \{0; k_A(i - 1)\mu'_A - \pi \sqrt{i \sigma_A'^2}\}, \text{ para todo } i = 1, \dots, N'_A \quad (42)$$

$$t_i = k_A N'_A \mu'_A + k_B(i - N'_A - 1)\mu'_B - \pi \sqrt{(N'_A + 1)\sigma_A'^2 + (i - N'_A - 1)\sigma_B'^2}$$

$$\text{para todo } i = N'_A + 1, \dots, N' \quad (43)$$

A partir dos trabalhos de Athula Wijewickrama e Takakuwa (2012) e Bhattacharjee e Ray (2016), propõem-se as seguintes formulações para o cálculo das regras IBFI, 2BEG, MBFI e OFFSET com ajuste por classe de paciente:

Seja μ_i e σ_i , respectivamente, a média e o desvio padrão do tempo de serviço do paciente que está sendo agendado no horário i , sendo este tempo dependente da classe do paciente marcado:

- IBFIA:

$$t_1 = 0 \quad (44)$$

$$t_i = t_{i-1} + \mu_{i-1}, \text{ para todo } i > 1 \quad (45)$$

- 2BEGA:

$$t_1 = t_2 = 0 \quad (46)$$

$$t_i = t_{i-1} + \mu_{i-1}, \text{ para todo } i > 2 \quad (47)$$

- MBFIA:

$$t_1 = t_2 = 0 \quad (48)$$

$$t_i = t_{i+1} = \mu_{i-1} + \mu_{i-2}, \text{ para todo } i = 1, 3, 5, 7 \dots \quad (49)$$

- OFFSETA:

$$t_i = (i - 1)\mu_A - \beta_1(k_1 - i)\sigma_i, \text{ para todo } i \leq k_1 \quad (50)$$

$$t_i = (i - 1)\mu_B + \beta_2(i - k_1)\sigma_i, \text{ para todo } i > k_1 \quad (51)$$

Apêndice B - Regras de sequenciamento

Klassen e Rohleder (1996) utilizaram a classificação dos pacientes para separar pacientes com diferentes tempos de serviço em dois tipos: de baixa e de alta variância em relação à média geral. A partir dessa classificação, os autores sugeriram sete regras de sequenciamento, quais sejam:

- FCFA: nessa regra não existe sequencia por classe, sendo que o primeiro a ligar é agendado primeiro;
- LVBEG: agenda os pacientes de baixa variância no começo (L) e os de alta (H) no final, mantendo as proporções esperadas de pacientes de cada classe (LLLL...HHHH).
- HVBEG: agenda os pacientes de alta variância no começo e os de baixa no final, mantendo as proporções (HHHH...LLLL).
- LVBND: agenda os pacientes de baixa variância no começo e no final, mantendo as proporções (LLL...HHH...LLL).
- HVBND: agenda os pacientes de alta variância no começo e no final, mantendo as proporções (HHH...LLL...HHH).
- ALTER1: agenda os pacientes alternando as classes, ou seja, alterna um paciente de baixa variância com um de alta (LHLHLH...).
- ALTER5: agenda os pacientes alternando as classes, ou seja, alterna cinco pacientes de baixa variância com cinco de alta (LLLLLHHHHHLLLLL...).

Athula Wijewickrama e Takakuwa (2012) e Bhattacharjee e Ray (2016) simularam a ALTER1 de forma a considerar a diferente proporção entre as classes, colocando o excesso de pacientes da classe de maior proporção no final da seção (LMLMLMLLLL).

Cayirli *et al.* (2006) testaram a classificação de pacientes com dados empíricos separando em duas classes com diferentes médias do tempo de serviço, novos e de retorno, propondo o uso de outras regras, quais sejam:

- HMBEG: agenda os pacientes com maior média entre as classes no início e os com menor média no final, mantendo a proporção de cada classe (NNN...RRRR).
- LMBEG: agenda os pacientes com menor média no começo, mantendo as proporções (RRRR...NNN).
- HMBND: agenda os pacientes com maior média no começo e no final, mantendo as proporções (NNN...RRR...NNN).
- LMBND: agenda os pacientes com menor média no começo e no final, mantendo as proporções (RRR...NNN...RRR).

White *et al.* (2011) propuseram uma alteração na regra ALTER para considerar a proporção de pacientes em cada classe, conforme demonstrado nas duas regras a seguir:

- ALTER-A: agenda os pacientes alternando as classes, mas mantendo a proporção de cada classe, ou seja, se a proporção entre duas classes é de 3 da classe A para 1 da classe B, agenda-se alternando 3 pacientes da classe A seguidos de 1 paciente da classe B (AAABAAAB...).
- ALTER-B: agenda os pacientes alternando as classes, mas mantendo a proporção de cada classe, ou seja, se a proporção entre duas classes é de 3 da classe A para 1 da classe B, agenda-se alternando 1 paciente da classe B seguido de 3 pacientes da classe A (BAAABAAA...).

Cayirli e Yang (2014) propuseram três novas regras de sequenciamento que passam a considerar a ocorrência de classes com diferentes médias e desvios padrão do tempo de serviço, quais sejam:

- LVBEG': agenda os pacientes de baixo desvio padrão ajustado (σ') no começo (L) e os de alto (H) no final, mantendo as proporções esperadas de pacientes de cada classe.
- LMVBEG': agenda os pacientes pela ordem crescente da multiplicação da média ajustada pelo desvio padrão ajustado ($\sigma' * \mu'$), mantendo a proporção de cada classe.
- LCVBEG': agenda os pacientes pela ordem crescente de coeficiente de variação ajustado (σ' / μ'), mantendo a proporção de cada classe.

Bhattacharjee e Ray (2016) testaram, inicialmente, a classificação de pacientes em duas classes: pacientes internados e pacientes do ambulatório. Em seguida, os autores fizeram testes separando os mesmos pacientes em seis classes, de acordo com as características dos exames, e propuseram mais duas regras de sequenciamento, quais sejam:

- HPBEG: agenda os pacientes pela ordem decrescente de pontualidade entre as classes mais pontuais no começo, mantendo a proporção de cada classe.
- LCVBEG: agenda os pacientes pela ordem crescente de coeficiente de variação entre as classes, mantendo a proporção de cada classe.

Apêndice C - Regra para ajuste de intervalo de agendamento

No estudo de Cayirli *et al.* (2008), os ajustes foram feitos nos intervalos de agendamento de forma a reconhecer os distintos tempos de serviço de diferentes classes de pacientes. A Figura 12 exemplifica o ajuste feito na regra de agendamento IBFI de forma a reconhecer duas classes de pacientes: novos pacientes (N) e pacientes de retorno (R), com média de tempo de serviço de 30 e 15 minutos, respectivamente. Dessa forma, o primeiro exemplo mostra a regra tradicional IBFI sem ajuste de tempo por classe, apenas sequenciada com os novos pacientes em primeiro (IBFI-HMBEG) e o segundo exemplo mostra a regra IBFI com ajuste de intervalo (IBFIA-HMBEG). Como no exemplo os pacientes novos tem uma média de tempo de serviço maior, na regra IBFIA-HMBEG são atribuídos a eles intervalos maiores (30 min) e aos pacientes de retorno intervalos menores (15 min), em vez de todos terem um único intervalo de agendamento de 21 minutos (que é a média geral) como é feito na regra IBFI- HMBEG.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1512272/CA

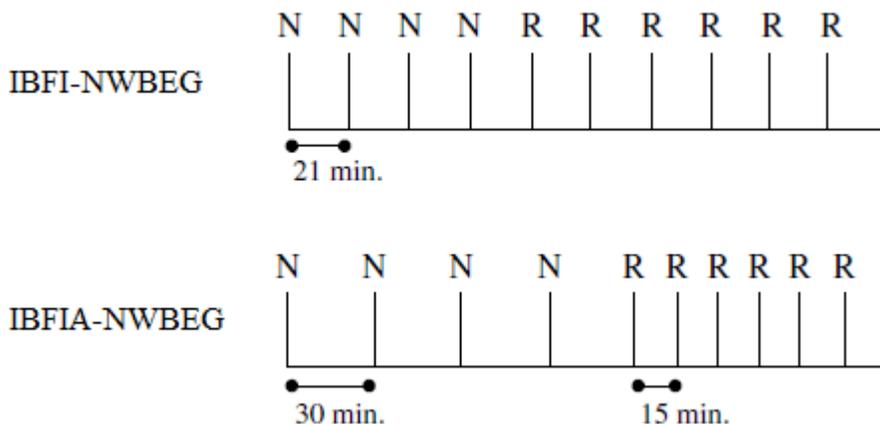


Figura 14 – Exemplo de regra IBFI sem ajuste e com ajustes nos intervalos de agendamento (IBFIA).
 Fonte: Adaptada de Cayirli *et al.* (2008).

Apêndice D - Descrição dos artigos analisados na revisão da literatura

Tabela 28 – Resumo dos artigos. Fonte: Elaboração própria.

Artigo	Descrição	Análise de sensibilidade	Regras testadas	Melhores regras	Método	Nº de Fatores	Indicador de desempenho
Ho e Lau (1992)	Simularam sete regras de agendamento em 27 ambientes diferentes. Os autores concluíram que uma nova regra, nomeada de OFFSET, teve o melhor desempenho geral, e obtiveram também bons resultados com as regras 2BEG e 4BEG na maioria dos cenários.	$N; CV; P_n$	2BEG, 3BEG, 4BEG, OFFSET, MBFI e outras.	OFFSET, 2BEG e 4BEG	SED	3	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico.
Klassen e Rohleder (1996)	Simularam as três melhores regras de agendamento dos testes de Ho e Lau (1992) e compararam com sete regras de sequenciamento. Os testes feitos não combinaram as regras de agendamento OFFSET, 2BEG e 4BEG com as de sequenciamento, apenas analisaram isoladamente cada política. Conclui-se que a regra IBFI-LVBEG foi a melhor em todos os cenários.	$PCLV e \mu$	OFFSET, 2BEG, 4BEG e IBFI combinadas com FCFA, e IBFI combinada com ALTER1, ALTER5, HVBEG, HVBND, LVBE e LVBND.	IBFI-LVBEG	SED	4	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico; (3) tempo médio e máximo do horário de fim do dia; (4) % de urgentes servidos.

Artigo	Descrição	Análise de sensibilidade	Regras testadas	Melhores regras	Método	Nº de Fatores	Indicador de desempenho
Ho e Lau (1999)	Simularam 50 regras de agendamento em 27 ambientes diferentes. Os autores identificaram nove regras que tiveram um melhor desempenho, sendo a OFFSET a melhor regra para minimizar o tempo de espera quando o no-show é baixo (até 10%) e a regra 4BEG a melhor para minimizar o tempo ocioso, tendo seu desempenho melhorado à medida que o no-show aumenta.	Distribuição estatística do tempo de serviço; $N; CV; P_n$	50 regras de agendamento	OFFSET e 4BEG.	SED	3	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico.
Rohleder e Klassen (2000)	Testaram a regra de sequenciamento LVBEG combinada com as regras de agendamento IBFI e 2BEG, comparando com as outras regras de agendamento sequenciadas pela ordem de ligação. Concluiu-se que a IBFI-LVBEG, seguida da 2BEG-LVBEG, tiveram os melhores resultados tanto no cenário sem preferência de horário quanto com preferência uniformemente distribuída.	Proporção de pacientes com preferência de horário, distribuição dos horários preferidos e a incerteza do responsável pelo agendamento.	IBFI e 2BEG combinadas com LVBEG; e 2BEG, 4BEG, IBFI e OFFSET combinadas com FCFA.	IBFI-LVBEG e 2BEG-LVBEG	SED	5	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico; (3) tempo médio e máximo do horário de fim do dia; (4) % de urgentes servidos; (5) média do tempo máximo de espera do paciente; (6) % de pacientes que esperam até 10 minutos na fila; (7) % de pacientes que receberam seus slots.

Artigo	Descrição	Análise de sensibilidade	Regras testadas	Melhores regras	Método	Nº de Fatores	Indicador de desempenho
Klassen e Rohleder (2004)	Testaram quatro políticas de agendamento e verificaram que a melhor regra é a IBFI-LVBEG, seguida das regras IBFI-FCFA, 2BEG-LVBEG e 2BEG-FCFA, sendo 15.6% melhor na média dos cenários.	$N; PCLV$	IBFI-FCFA, 2BEG-FCFA, IBFI-LVBEG e 2BEG-LVBEG.	IBFI-LVBEG	SED	3	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico; (3) horário de fim do dia; (4) utilização do servidor; (5) lead-time.
Cayirli <i>et al.</i> (2006)	Analisaram sete regras de agendamento em diversos cenários e perceberam que as regras de intervalo fixo tiveram os melhores desempenhos gerais. Os autores também testaram as regras de sequenciamento utilizando dados empíricos e separando em duas classes: novos e de retorno, concluindo que: (i) a regra FCFA teve o pior desempenho em todos os cenários; e (ii) as regras HMBEG, ALTER1 e LMBEG obtiveram os melhores resultados gerais por ordem crescente do custo do paciente em relação ao do médico.	Média da imp pontualidade; $N; CV;$ $P_n; P_w$	IBFI, OFFSET, DOME, 2BEG, MBFI, 2BGDM e MBDM combinadas com FCFA, ALTER1, HMBEG, LMBEG, HMBND E LMBND.	2BEG-LMBEG teve o melhor desempenho geral, seguida da 2BEG-HMBEG, MBFI-HMBEG, 2BEG-LMBND, 2BEG-ALTER1 e MBFI-ALTER1.	SED	5	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico; (3) custo de horas extras do médico.

Artigo	Descrição	Análise de sensibilidade	Regras testadas	Melhores regras	Método	Nº de Fatores	Indicador de desempenho
LaGanga e Lawrence (2007)	Desenvolveram e simularam uma regra simples de overbooking baseada na redução dos intervalos de agendamento, proporcionalmente com o aumento da taxa de no-show. Verificam que essa regra de ajuste pode ser usada no sentido de aumentar a utilização do médico.	N' ; CV ; P_n	IBFI com overbooking x sem overbooking	IBFI com overbooking	SED	4	(1) Ganho por paciente; (2) custo de espera do paciente; (3) custo de horas extras do médico.
Cayirli <i>et al.</i> (2008)	Simularam as melhores regras verificadas por Cayirli <i>et al.</i> (2006), com e sem ajuste de tempo, em diversos ambientes. Os autores identificaram que o uso da classificação de pacientes tinha mais impacto quanto maior fosse o percentual de novos pacientes e/ou a diferença entre a média dos tempos de serviço de pacientes novos e de retorno. A regra IBFIA-LMBEG foi a que teve melhor desempenho nos indicadores (4) e (5).	% de novos pacientes; relação entre o tempo médio de consulta dos novos pacientes e de retorno; P_n ; P_w	2BEG, MBFI e IBFI com e sem ajuste de tempo combinadas com HMBEG, ALTER1 e LMBEG.	2BEGA-LMBEG, MBFIA-LMBEG, IBFIA-LMBEG.	SED	5	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico; (3) custo de horas extras do médico; (4) equidade do tempo médio de fila; (5) % de pacientes com tempo de fila menor que 30 minutos.

Artigo	Descrição	Análise de sensibilidade	Regras testadas	Melhores regras	Método	Nº de Fatores	Indicador de desempenho
Klassen e Yoogalingam (2009)	Desenvolveram um modelo de otimização estocástica que considera a variabilidade do tempo de serviço, validando com outros modelos da literatura e comparando com as regras já existentes. Os autores encontraram resultados melhores do que os com as regras da literatura e verificaram que os intervalos de agendamento ótimos tinham a forma PLATÔ DOME. Propuseram uma alteração da DOME para facilitar a implementação tornando-a em forma platô.	P_n	Solução ótima do modelo (PLATÔ-DOME) versus regras IBFI, MBFI, 2BEG, 4BEG e OFFSET (0.2, 7.5, 12)	PLATÔ-DOME	PM	2	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico; (3) custo de horas extras do médico.
White <i>et al.</i> (2011)	Simularam separadamente regras de agendamento e de sequenciamento combinadas com políticas de alocação de recursos para múltiplos serviços utilizando dados empíricos. No que tange às políticas de agendamento, os autores concluíram que a regra IBFI-LVBEG teve o melhor desempenho geral.	-	IBFI e PLATÔ DOME combinadas com FCFA, e IBFI combinadas com LVBEG, HVBEG, ALTER-A e ALTER-B.	IBFI-LVBEG	SED e EC.	2	(1) Média do tempo de espera dos pacientes; (2) tempo de horas extra; (3) utilização do médico.

Artigo	Descrição	Análise de sensibilidade	Regras testadas	Melhores regras	Método	Nº de Fatores	Indicador de desempenho
Jerbi e Kamoun (2011)	Estudaram um caso real de agendamento no Departamento de Nefrologia do Hospital Hedi Chaker, na Tunísia. Os autores simularam regras de agendamento combinadas com regras de sequenciamento e utilizaram o resultado da simulação em um modelo analítico para encontrar a solução com melhor resultado geral.	-	2BEG, IBFI e MBFI combinadas com ALTER1, HMBEG e LMBEG.	IBFI-HMBEG	SED, PM e EC	3	(1) desvio em relação ao menor tempo médio de espera do paciente entre as regras testadas; (2) desvio em relação à maior utilização do médico entre as regras testadas.
Salzarulo <i>et al.</i> (2011)	Propuseram uma formulação para a regra de agendamento PLATÔ-DOME testando 36 configurações diferentes. Os autores encontraram dez configurações com melhores resultados e que poderiam ser escolhidas de acordo com a relação de custo entre o médico e o paciente. Os autores também combinaram essa regra com regras de sequenciamento e concluíram que a regra que teve melhor desempenho geral foi a LVBEG.	Com paciente pontual versus impontual; com versus sem interrupção no serviço.	(1) 36 configurações da PLATÔ-DOME ; (2) combinação da PLATÔ-DOME com LVBEG, ALTER-B e ALTER1.	(1) 10 melhores configurações da PLATÔ-DOME; (2) LVBEG	SED	4	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico.

Artigo	Descrição	Análise de sensibilidade	Regras testadas	Melhores regras	Método	Nº de Fatores	Indicador de desempenho
Cayirli <i>et al.</i> (2012)	Propuseram uma nova regra de agendamento, a DOME UNIVERSAL, e compararam seu desempenho com outras regras. Os autores concluíram que a DOME UNIVERSAL 1 teve o melhor desempenho, seguida da DOME UNIVERSAL 2 que teve um desempenho bem próximo.	N' ; CV ; P_n ; P_w	DOMÉ UNIVERSAL 1, DOMÉ UNIVERSAL 2, DOMÉ, IBFI e OFFSET (0,15; 0,30; 5)	DOMÉ UNIVERSAL 1 e DOMÉ UNIVERSAL 2	SED	5	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico; (3) custo de horas extras do médico.
Athula Wijewickrama e Takakuwa (2012)	Simularam regras de agendamento e de sequenciamento com e sem ajuste do tempo da consulta por classe de paciente em um processo de consulta com dois médicos em série. Conclui que o ajuste de tempo baseado no tipo de paciente tem um desempenho melhor do que o sistema sem ajuste.	N	2BEG, 3BEG, IBFI, MBFI, OFFSET (0,15; 0,30) com e sem ajuste combinadas com FCFA, LMBEG, HMBEG, ALTER1, ALTER5 e LVBEG.	2BEGA-ALTER1, MBFIA-ALTER1, IBFIA-ALTER1, OFFSETA-HMBEG.	SED e PM	3	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico.
Sepúlveda e Berroeta (2012)	Simularam regras de agendamento combinadas com regras de sequenciamento com dados empíricos.	Média da imp pontualidade; N ; CV ; P_n ; P_w	IBFI, 2BEG e MBFI combinadas com ALTER1, HMBEG e LMBEG.	Para o indicador (1): IBFI-LMBEG; 2BEG-LMBEG; Para o indicador (2) e (3): MBFI-LMBEG.	SED	6	(1) média e desvio padrão do tempo de espera do paciente; (2) média do tempo ocioso; (3) média do horário de fim do dia.

Artigo	Descrição	Análise de sensibilidade	Regras testadas	Melhores regras	Método	Nº de Fatores	Indicador de desempenho
Klassen e Yoogalingam (2013)	Avaliaram o efeito do atraso do médico e da interrupção do serviço no sistema de agendamento. Verificou que a solução ótima dos 35 cenários testados tem o aspecto PLATÔ-DOME.	Média do atraso do médico; % de interrupção do serviço; σ ; CR	-	PLATÔ-DOME.	PM	3	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico; (3) custo de horas extras do médico.
Klassen e Yoogalingam (2014)	Propuseram uma nova regra de agendamento que teve o melhor desempenho em seus testes, a IICR. Os autores compararam essa regra com outras regras da literatura e concluíram que esta tem o melhor resultado, seguida pela PLATÔ-DOME. Conclui que o no-show, o atraso do médico e as interrupções, não mudam a escolha da melhor regra IICR.	Média e variância da impontualidade do paciente; média do atraso do médico; % de interrupções entre consultas; P_n ; CR	Solução "ótima" do modelo (IICR) versus DOME, PLATÔ-DOME, 2BEG.	IICR e PLATÔ-DOME.	PM	5	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico; (3) custo de horas extras do médico.

Artigo	Descrição	Análise de sensibilidade	Regras testadas	Melhores regras	Método	Nº de Fatores	Indicador de desempenho
Cayirli e Yang (2014)	Propuseram uma adaptação na regra de agendamento DOME UNIVERSAL para considerar a classificação de pacientes. Os autores compararam essa regra (com e sem ajuste) com outras regras (com ajuste), verificando que a DOME UNIVERSAL com ajuste teve o melhor desempenho. Os autores também testaram as regras de sequenciamento de acordo com quatro possíveis tipos de classificação. Os autores propuseram outras regras de sequenciamento e mostraram que a regra LCVBEG' teve o melhor desempenho.	σ ; CR	(1) DOME UNIVERSAL com e sem ajuste de tempo, IBFIA, 2BEGA. (2) LVBEG', LMVBEG' e LCVBEG'.	(1) DOME UNIVERSAL com ajuste de tempo; (2) LCVBEG'.	SED	4	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico; (3) custo de horas extras do médico.
Bhattacharjee e Ray (2016)	Estudaram um caso real de agendamento em um hospital da Índia, simulando regras de agendamento combinadas com dois tipos de regras de sequenciamento, ou por classe de pacientes inpatients (IP) e outpatients (OP), ou por tipo de exame.	Variância da impontualidade do paciente; P_n ; P_w	IBFI, IBFIA, 2BEG, 2BEGA, MBFI, MBFIA, OFFSET (0,15; 0,30; 9) e DOME (0,15; 0,40; 0,2; 6; 13) combinadas com HMBEG, LMBEG, ALTER1, HMBND, LMBND ou com HPBEG e LCVBEG.	OFFSET-LMBEG, DOME-ALTER1, 2BEGA-LMBEG, OFFSET-LMBEG, IBFIA-HPBEG, DOME-HPBEG e IBFIA-LCVBEG.	SED e EC	5	(1) Custo de espera dos pacientes; (2) custo de ociosidade do médico; (3) custo de horas extras do médico.

Artigo	Descrição	Análise de sensibilidade de	Regras testadas	Melhores regras	Método	Nº de Fatores	Indicador de desempenho
Bard <i>et al.</i> (2016)	Estudaram um caso real de agendamento e uma clínica de Cuidados Primários nos Estados Unidos. Os autores simularam regras de agendamento e propuseram a de melhor desempenho (OFFSET). Posteriormente, testaram a combinação da OFFSET com diferentes regras de fila para acomodar os pacientes adiantados e atrasados. A regra FCFS foi comparada com variações de regra de fila baseada na ordem de agendamento, tanto para os pacientes adiantados quanto para os atrasados.	$CV; P_n$	(1) IBFI, 2BEG, MBFI, OFFSET, DOME e MBDM; (2) FCFS, SEM ANTECIPAÇÃO e COM ANTECIPAÇÃO; (3) FCFS, FINAL DA SEÇÃO, FINAL DA FILA).	(1) OFFSET, DOME e IBFI; (2) COM ANTECIPAÇÃO; (3) FINAL DA FILA.	SED e EC	5	(1) Tempo total do paciente na clínica; (2) média do horário de fim do dia.

$PCLV$ = Percentual de pacientes com baixa variância; CV = Coeficiente de variação do tempo de serviço;
 μ = média do tempo de serviço; σ = desvio padrão do tempo de serviço; P_n = taxa de no-show; P_w = taxa de walk-in;
 N = nº de pacientes agendados; N' = nº de pacientes agendados ajustado;
 CR = razão de custo do médico sobre o custo do paciente; SED = Simulação de eventos discretos;
 PM = Programação matemática; EC = Estudo de caso

Apêndice E – Teste estatístico do *no-show* por dia da semana

Tabela 29 – Teste de significância da variação do *no-show* por dia da semana. Fonte: Elaboração própria.

Horário	Frequencia Observada			Valor Esperado			Estatística de teste No-show (X ²)	Estatística de teste Show (X ²)
	No-show	Show	Tamanho da amostra	No-show	Show	Tamanho da amostra		
segunda-feira	187	482	669	173	496	669	1.13	0.39
quarta-feira	151	487	638	165	473	638	1.19	0.41
Total	338	969	1,307	338	969	1,307	2.32	0.81
							T (calculado)	3.13
							T (tabelado)	3.84
							p-valor	0.077

Apêndice F – Teste estatístico do *no-show* por classe de paciente

Tabela 30 – Teste de significância da variação do *no-show* por classe de paciente. Fonte: Elaboração própria.

Horário	Frequencia Observada			Valor Esperado		Estatística de teste No-show (X ²)	Estatística de teste Show (X ²)
	No-show	Show	Tamanho da amostra	No-show	Show		
1ª Vez	209.00	479.00	688.00	179.79	508.21	4.75	1.68
Marcação	13.00	49.00	62.00	16.20	45.80	0.63	0.22
Retorno Não Operado	76.00	312.00	388.00	101.39	286.61	6.36	2.25
Retorno Operado	54.00	155.00	209.00	54.62	154.38	0.01	0.00
Total	352.00	995.00	1347.00	352.00	995.00	11.75	4.16
						T (calculado)	15.90
						T (tabelado)	7.81
						p-valor	0.001

Apêndice G – Ajuste do *no-show* de cada horário pela proporção de pacientes

Tabela 31 – Ajuste do *no-show* de cada horário pela proporção de pacientes. Fonte: Elaboração própria.

Horário	Proporção Primeira Vez	Proporção Marcação	Proporção Retorno Não Operado	Proporção Retorno Operado	No-show esperado (Soma em classe de % proporção * % no-show)
9h-10h	47.96%	4.08%	22.45%	25.51%	26.41%
10h-11h	45.05%	4.47%	34.82%	15.65%	25.49%
11h-12h	47.04%	5.59%	28.95%	18.42%	25.89%
13h-14h	38.89%	4.44%	33.33%	23.33%	25.30%
14h-15h	53.78%	3.59%	26.29%	16.33%	26.46%
15h-16h	60.32%	3.17%	26.59%	9.92%	26.76%
16h-17h	51.38%	6.32%	32.02%	10.28%	25.86%
17h-18h	56.92%	5.13%	29.74%	8.21%	26.31%
18h-19h	75.00%	0.00%	20.31%	4.69%	27.97%
% no-show	30.38%	20.97%	19.59%	25.84%	

Apêndice H – Teste estatístico do *no-show* por horário do dia

Tabela 32 – Teste de significância da variação do *no-show* por horário do dia. Fonte: Elaboração própria.

Horário	Frequencia Observada			Nº esperado		Estatística de teste No-show (X ²)	Estatística de teste Show (X ²)
	No-shows	Shows	Tamanho da amostra	No-shows	Shows		
9h-10h	20.00	54.00	74.00	19.55	54.45	0.01	0.00
10h-11h	50.00	174.00	224.00	57.09	166.91	0.88	0.30
11h-12h	41.00	185.00	226.00	58.52	167.48	5.24	1.83
13h-14h	15.00	52.00	67.00	16.95	50.05	0.23	0.08
14h-15h	64.00	126.00	190.00	50.28	139.72	3.75	1.35
15h-16h	52.00	138.00	190.00	50.84	139.16	0.03	0.01
16h-17h	48.00	133.00	181.00	46.81	134.19	0.03	0.01
17h-18h	42.00	109.00	151.00	39.73	111.27	0.13	0.05
18h-19h	20.00	24.00	44.00	12.31	31.69	4.81	1.87
Total	352.00	995.00	1,347.00	352.08	994.92	15.10	5.49
						T (calculado)	20.59
						T (tabelado)	15.51
						p-valor	0.004

Apêndice I – Teste estatístico do *no-show* por horário do dia (retirando faixa de 18h-19h)

Tabela 33 – Teste de significância da variação do *no-show* por horário do dia, com exceção do horário de 18h-19h. Fonte: Elaboração própria.

Horário	Frequencia Observada			Nº esperado		Estatística de teste No-show (X^2)	Estatística de teste Show (X^2)
	No-shows	Shows	Tamanho da amostra	No-shows	Shows		
9h-10h	20.00	54.00	74.00	19.55	54.45	0.01	0.00
10h-11h	50.00	174.00	224.00	57.09	166.91	0.88	0.30
11h-12h	41.00	185.00	226.00	58.52	167.48	5.24	1.83
13h-14h	15.00	52.00	67.00	16.95	50.05	0.23	0.08
14h-15h	64.00	126.00	190.00	50.28	139.72	3.75	1.35
15h-16h	52.00	138.00	190.00	50.84	139.16	0.03	0.01
16h-17h	48.00	133.00	181.00	46.81	134.19	0.03	0.01
17h-18h	42.00	109.00	151.00	39.73	111.27	0.13	0.05
Total	332.00	971.00	1,303.00	339.77	963.23	10.29	3.63
						T (calculado)	13.92
						T (tabelado)	14.07
						p-valor	0.053

Apêndice J – Formulação da regra proposta (DOME CYCLE)

A formulação da regra DOME CYCLE é explicada a seguir. Seja t_i o horário de agendamento do paciente i , μ o tempo médio de consulta, β_i parâmetros que ajustam quão cedo ou tarde serão os horários de agendamentos comparados com a regra usual IBFI, k_i o parâmetro que define quais pacientes que chegarão mais cedo ou mais tarde comparado com a regra IBFI e P o tamanho do período. O valor de P pode ser calculado dividindo o N em duas ou mais partes. Neste estudo, verificou-se que é interessante separar em ciclos de forma que cada ciclo tenha menos de 10 pacientes agendados. Ou seja, se existem 16 pacientes, deve-se dividir o ciclo em duas partes, mas se existem 24, deve-se dividir o ciclo em três partes.

- DOME CYCLE:

Período 1:

$$t_1 = 0 \quad (52)$$

$$t_i = (i - 1)\mu - \beta_1(k_1 - i)\sigma, \text{ para todo } i \leq k_1 \quad (53)$$

$$t_i = (i - 1)\mu + \beta_2(i - k_1)\sigma, \text{ para todo } k_1 < i < k_2 \quad (54)$$

$$t_i = (i - 1)\mu - \beta_3(i - k_2)\sigma, \text{ para todo } k_2 \leq i \leq P \quad (55)$$

A partir do primeiro paciente agendado em cada período, o próximo ciclo começa e o valor de i retorna para 1.

Outros períodos:

$$t_i = (i - 1)\mu - \beta_1(k_1 - i)\sigma, \text{ para todo } i \leq k_1 \quad (56)$$

$$t_i = (i - 1)\mu + \beta_2(i - k_1)\sigma, \text{ para todo } k_1 < i < k_2 \quad (57)$$

$$t_i = (i - 1)\mu - \beta_3(i - k_2)\sigma, \text{ para todo } i \geq k_2 \quad (58)$$