

## **SIMULAÇÃO DE POLÍTICAS DE AGENDAMENTO DE PACIENTES**

**Tobias Fassio**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro  
Rua Marquês de São Vicente, 225 – Gávea, Rio de Janeiro  
tobias.fassio@labnexo.com

**Silvio Hamacher**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro  
Rua Marquês de São Vicente, 225 – Gávea, Rio de Janeiro  
hamacher@puc-rio.br

### **RESUMO**

Nas operações de unidades de saúde, os níveis de serviço estão diretamente ligados a fatores como o tempo de espera dos pacientes, o tamanho das filas e a ociosidade de médicos e funcionários. Diante disso, esse estudo consiste em analisar, através de modelos de simulação, políticas de agendamento de pacientes aplicadas ao contexto de um dado hospital, com o intuito de estudar seus impactos nos fatores apresentados. As políticas estudadas foram Single-Booking, Single-Booking+N1, Double-Booking, Double-Booking+N1, Wave-Scheduling e DOME. Conclui-se que a política de agendamento que apresentou melhor desempenho nos parâmetros analisados foi a DOME, que permitiu uma redução no tempo máximo de espera de aproximadamente 17 minutos.

**PALAVRAS CHAVE. Políticas de agendamento, Saúde, Simulação.**

### **ABSTRACT**

On healthcare operations, service levels are directly associated with factors such as patient waiting time, queue length and resource idleness. Therefore, this study consists in an analysis, made through a simulation model, of different appointment systems applied to a specific hospital, aiming to assess their impacts on the presented factors. Six appointment systems were studied: Single-Booking, Single-Booking+N1, Double-Booking, Double-Booking+N1, Wave-Scheduling and DOME. In conclusion, the appointment system that presented the best overall performance was DOME, that reduce the maximum waiting time in approximately 17 minutes.

**KEYWORDS. Appointment systems. Healthcare. Simulation.**

## 1. Introdução

Segundo a Confederação Nacional de Saúde, em 2013 foram gastos 10,2% do total do PIB brasileiro na área de saúde, somando despesas públicas e privadas. Quando comparado a dados do IBGE do ano de 2009, em que foram gastos 8,8% do PIB com o mesmo intuito, vemos um crescimento significativo nessas despesas, o que não se traduziu em uma melhora real do sistema de saúde brasileiro, que vem sofrendo com uma série de problemas nas mais diversas áreas. Uma das questões mais usuais na saúde refere-se à marcação de exames ou consultas, com problemas relacionados ao tamanho/tempo da fila de espera de pacientes e à ociosidade dos médicos e outros funcionários. Tais problemas trazem uma série de consequências negativas, como insatisfação dos pacientes e/ou custo extra devido ao tempo de ociosidade dos funcionários. Nota-se ainda que a situação apresentada se aplica tanto para o setor de saúde público quanto para o privado e que permeia suas mais diversas instalações, desde hospitais até centrais de exames, passando por consultórios médicos ou profissionais paramédicos.

Uma parcela significativa desses problemas é consequência direta da má organização do agendamento de pacientes. Usualmente o agendamento é feito em intervalos fixos, sem levar em consideração a possibilidade de não comparecimento de pacientes (“*no-show*”) ou a inclusão de pacientes adicionais (“*overbooking*”). Desta forma, um processo eficiente de agendamento de pacientes pode melhorar o nível de serviço prestado e/ou diminuir os custos para o hospital.

Nesse contexto, este artigo irá analisar o setor de exames de imagens, mais precisamente a seção de ultrassonografia, de um hospital privado de grande porte. Este setor do hospital é caracterizado por ter longas filas de espera em certos períodos do dia e, em outros, ociosidade dos médicos e demais funcionários. A política de agendamento adotada pelo hospital não considera a variação de demanda ao longo do dia nem o grande percentual de não comparecimento (“*no-show*”) por parte dos pacientes, fatos que poderiam ser algumas das causas desses problemas observados.

Face ao exposto, os principais objetivos deste artigo são: analisar as principais políticas de agendamento de pacientes propostas na literatura e, a partir delas, propor a política mais adequada em termos de tempo de espera dos pacientes, tamanho das filas e uso dos recursos para o hospital em análise. Para tanto será proposto um modelo de simulação, que englobará dados de 19656 exames realizados em 12 meses.

A continuação deste artigo se organizará como se segue. A seção 2 tratará das questões abordadas na literatura, relacionadas a agendamento e políticas de agendamento e a estudos de caso. A seção 3 analisará os dados do estudo de caso. O modelo de simulação e o que pôde ser observado a partir dele serão descritos na seção 4. Os resultados serão tratados na seção 5, seguidos pelas conclusões na seção 6 e pela bibliografia utilizada na seção 7.

## 2. Revisão bibliográfica

Iniciando com o trabalho pioneiro de Bailey (1952), uma série de estudos relacionados ao agendamento de pacientes no setor de saúde foram elaborados ao longo dos últimos anos. Cayirli e Veral (2003) apresentam um resumo de tais estudos e suas conclusões, ressaltando a importância da construção de um sistema de agendamento adequado para que se alcance o desempenho desejado em instituições de saúde.

Por uma questão de simplicidade no texto, o termo “consulta” será utilizado para qualquer procedimento médico ou paramédico, como consultas com médicos, exames de imagem, consultas com profissionais paramédicos, etc. Já o termo “médico” englobará não somente os médicos propriamente ditos, mas também os demais profissionais do setor de saúde responsáveis pelos atendimentos.

Nesse contexto, cabe a definição de três conceitos essenciais para o prosseguimento desse estudo, sendo eles: *no-show*, *overbooking* e *walk-in*. *No-show* é o termo que define o não comparecimento de um paciente à sua consulta agendada e que, segundo Cayirli e Veral (2003) é responsável por diminuir a produtividade de certa unidade de saúde como um todo, levando, por exemplo, à ociosidade de médicos. De acordo com Smith e Carber (2002), *walk-in* é o paciente que não está agendado e comparece para uma consulta. O conceito de *overbooking* é definido por Bailey (1952) como a prática de agendar diversos pacientes no mesmo horário de consulta, para fazer face ao *no-show*, visando evitar a ociosidade de médicos e demais recursos envolvidos no atendimento.

A literatura ressalta a necessidade de se levar em conta a taxa de *no-shows* ao se construir um sistema de agendamento. Tal situação se deve ao fato de que, segundo Barron (1980), é praticamente impossível que eles sejam eliminados de forma completa. A influência de *no-shows* e possíveis soluções para diminuir seus efeitos adversos, como um equilíbrio com *walk-ins* e a prática de *overbooking*, foram estudadas na literatura por trabalhos tais como os elaborados por Blanco White e Pike (1964), Fetter e Thompson (1966), Vissers e Wijngaard (1979) e Hassin e Mendel (2008). Nesses casos, os pacientes que não comparecessem (*no-shows*) seriam de certa forma repostos pelos pacientes a mais que entrariam no sistema seja através da prática de *overbooking* ou *walk-ins*, podendo-se observar em qual horário há maior presença de *no-shows* para que seja feita a prática do *overbooking*.

No que tange à questão das políticas de agendamento, podemos defini-las como técnicas que sugerem quantos pacientes terão sua consulta agendada, em que horário e com quanto tempo de intervalo entre uma consulta e outra. Nesse cenário, nota-se que, de acordo com a política adotada, um horário de consulta pode ter mais ou menos pacientes agendados e os intervalos entre consultas podem ser mais ou menos espaçados. A utilização de políticas de agendamento tem como objetivo principal melhorar o desempenho de uma unidade de saúde, seja do ponto de vista da utilização de recursos, do tempo de espera dos pacientes ou então tentando diminuir o efeito adverso de *no-shows*. No Brasil, é possível observar que, normalmente, é adotada a política mais simples possível, com um paciente agendado em cada horário e com intervalos fixos entre uma consulta e outra.

Neste artigo seis diferentes políticas de agendamento serão analisadas. Estas políticas podem ser representadas esquematicamente pela Figura 1, adaptada de Cayirli, Veral e Rosen(2006), e resumidamente explicadas como se segue:

- **Single-Booking:** em cada bloco de consulta é agendado um paciente para cada médico em exercício e os intervalos entre consultas são fixos.
- **Single-Booking+N1:** segue o mesmo princípio do Single-Booking, porém no primeiro bloco de consulta são agendados dois pacientes para cada médico em exercício.
- **Double-Booking:** em cada bloco de consulta são agendados dois pacientes para cada médico em exercício e os intervalos entre consultas tem o dobro de duração quando comparados com o Single-Booking.
- **Double-Booking+N1:** segue o mesmo princípio do Double-Booking, porém no primeiro bloco de consulta são agendados três pacientes para cada médico em exercício.
- **Wave-Scheduling:** em cada bloco de consulta é agendado um paciente para cada médico em exercício e durante períodos intercalados do dia pacientes são agendados com maior ou menor frequência.
- **DOMÉ:** em cada bloco de consulta é agendado um paciente para cada médico em exercício e os intervalos têm menor duração ao início e ao final do dia e maior duração no meio do dia.

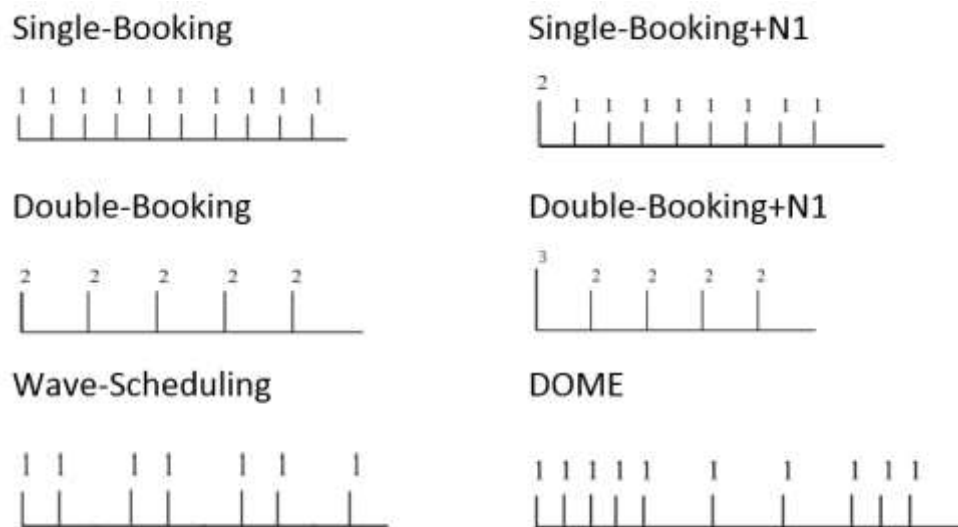


Figura 1 – Políticas de agendamento (adaptada de Cayirli, Veral e Rosen, 2006)

Outros estudos de caso relacionados a políticas de agendamento foram feitos ao longo das últimas décadas. Katz (1969) simulou blocos de consulta individuais e múltiplos, para avaliar qual seria o melhor sistema de agendamento em determinado hospital. Huanng e Lee (1996) utilizaram simulação para determinar a melhor política de agendamento para um ambulatório de Taiwan que não possuía qualquer regra para agendar seus pacientes.

Ho e Lau (1992) analisaram 27 combinações de três fatores (probabilidade de *no-shows*, coeficiente de variação de tempo de serviço e o número de pacientes por sessão em uma clínica) para avaliar qual entre 9 políticas de agendamento estudadas através de simulações seria a mais adequada visando maior desempenho.

Por fim, Sauré et al. (2012) estudaram métodos dinâmicos para agendar pacientes de radioterapia, que normalmente necessitam de diversas sessões para completar seu tratamento.

### 3. Materiais

O estudo foi elaborado através da coleta de dados do setor de imagens (ala de ultrassonografia) de um hospital de grande porte, com aproximadamente quinhentos leitos, no Estado do Rio de Janeiro. Além da coleta da base de dados, foram feitas observações dentro do hospital e entrevistas com médicos, funcionários e gestores.

Após a análise das informações de entrevistas e observações in-loco e do tratamento da base de dados (remoção de dados incompletos e/ou incorretos), foi possível obter as distribuições estatísticas de funcionamento através da utilização dos softwares MiniTab 17 e @Risk. É necessário ressaltar que, pelo fato de sua ocorrência ser muito pequena em relação à quantidade total de exames feitos durante um dia, os *walk-ins* provenientes da emergência foram desprezados nesse estudo.

Desta análise chegou-se a uma série de características relacionadas ao setor de ultrassonografia do hospital em questão, sendo elas:

- Há dois ultrassons, dois médicos e duas recepcionistas em serviço.
- O funcionamento se dá das 8:00h às 18:00h.
- Os pacientes são agendados de 15 em 15 minutos, seguindo a política de agendamento Single-Booking.

- A taxa de *no-Show* é de aproximadamente 17.8%.
- Existe grande impontualidade por parte dos pacientes. A Figura 2 representa a impontualidade em minutos do paciente (valores positivos representam atrasos, negativos uma antecipação em relação ao horário agendado) Antecipações de mais de duas horas e atrasos de mais de três horas foram tratados como *outliers*, ou seja, considerados desvios anômalos e tidos como caso de *no-show*. Nota-se que a impontualidade mais comum é de aproximadamente 8 minutos de atraso, com 10,5% do total e que valores altos (maiores que 100 minutos) de impontualidade, tanto de atraso quanto de antecipações, são mais incomuns.
- O tempo de serviço do ultrassom se caracteriza por uma distribuição triangular (10, 14, 18), em minutos.
- De 12:00h até as 14:00h só há um médico e um ultrassom em serviço.
- O tempo de intervalo (movimentação + outras atividades do médico) entre o fim de uma consulta e o início de outra é de quatro minutos.
- Há somente uma fila de espera – o paciente é atendido pelo primeiro médico livre.
- O atendimento é feito por ordem de chegada, seguindo a disciplina FIFO.

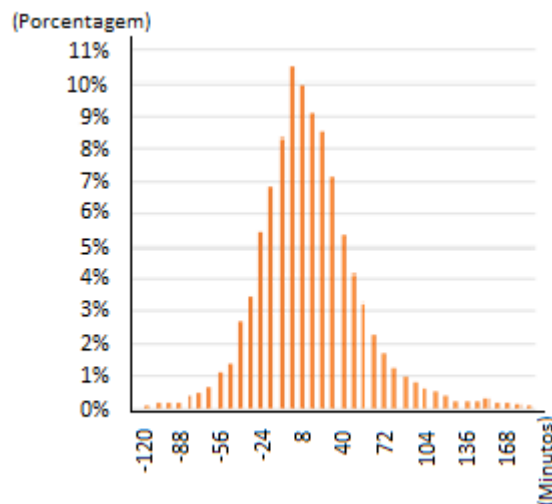


Figura 2 – Percentual de pacientes com determinada impontualidade (em minutos)

#### 4. Métodos

A partir das características observadas na seção anterior, construiu-se um modelo de simulação no software ProModel relacionado ao setor de ultrassonografia do hospital em questão. Procurou-se fazer com que o modelo representasse da melhor forma possível o caso em estudo e, para que fosse atribuída maior confiabilidade a ele, cada simulação teve 250 replicações, sendo cada replicação responsável por representar um dia de funcionamento do setor de imagens.

Para que fosse possível fazer a simulação, foram feitas uma série de suposições, tais como as que se seguem. O modelo parte da premissa de atendimento ininterrupto como uma realidade do hospital, ou seja, após a realização de um exame, o próximo paciente da fila é chamado, independente do horário atual. O tempo de atendimento considera o universo de ultrassonografias como um todo, sem levar em conta o órgão do corpo humano analisado. Assume-se que a impontualidade do paciente independe do horário de consulta. O estudo assume que o tempo de serviço não depende do tamanho da fila e que a equipe do hospital é sempre pontual e está sempre disponível durante seus turnos de trabalho.



A simulação inicial caracterizou-se por representar o funcionamento do hospital, conforme descrito na seção 3, com o mesmo número de médicos, de ultrassons e de recepcionistas, taxa de *no-show* e impontualidade idênticas e seguindo a política de agendamento Single-Booking. A partir dessa simulação foi possível, primeiramente, testar todas as políticas de agendamento tratadas na seção 2 (Single-Booking, Single-Booking+N1, Double-Booking, Double-Booking+N1, Wave Scheduling e DOME) para o contexto do hospital, sempre tendo como base as mesmas características citadas anteriormente e só alterando a política de agendamento.

Após testar todas as políticas de agendamento para o cenário inicial do hospital (chamaremos esse cenário de “Caso Base”), foram feitas uma série de variações nesse cenário, possibilitando, assim, uma análise de sensibilidade para verificar os resultados obtidos. Diante disso, foram gerados uma série de novos cenários, caracterizados por mudanças no número de recursos, aumento do tempo médio de funcionamento do ultrassom, aumento da variabilidade de tempo do ultrassom e variação da taxa de *no-show* sendo eles:

- Cenário 1: um recepcionista em serviço;
- Cenário 2: metade do tempo de intervalo (movimentação + outras atividades do médico) entre o fim de uma consulta e o início de outra, passando de quatro para dois minutos;
- Cenário 3: aumento do tempo de serviço do ultrassom - distribuição triangular (12 ,16, 20) em minutos;
- Cenário 4: aumento da variabilidade do tempo de serviço do ultrassom - distribuição triangular (8, 14, 20) em minutos;
- Cenário 5: taxa de *no-show* de 5%;
- Cenário 6: taxa de *no-show* de 35%.

A partir das 42 simulações feitas (caso base + 6 cenários), relacionando a cada cenário uma das seis políticas de agendamento, foram obtidos resultados no software Output Viewer e dados foram exportados para o software Excel para obter resultados mais específicos, visando os objetivos desse estudo.

## 5.Resultados

Partindo do estudo de simulação realizado e de seus resultados será possível observar, primeiramente, qual política de agendamento é a mais adequada seguindo as características do hospital (caso base). Além disso, será possível notar se essa política continua provando-se eficiente quando são mudadas as características relacionadas a cada cenário estudado.

O principal indicador da qualidade de uma política de agendamento é o tempo de espera médio do paciente. O tempo de espera, medido a cada hora exata, representa a média do tempo de espera das 250 replicações da simulação.

Tomando em conta o principal objetivo desse estudo, de propor a política de agendamento mais eficiente no contexto atual do hospital, gerou-se um gráfico (Figura 3) que representa o tempo de espera médio (em minutos), hora a hora, de cada política de agendamento para o caso base do hospital.

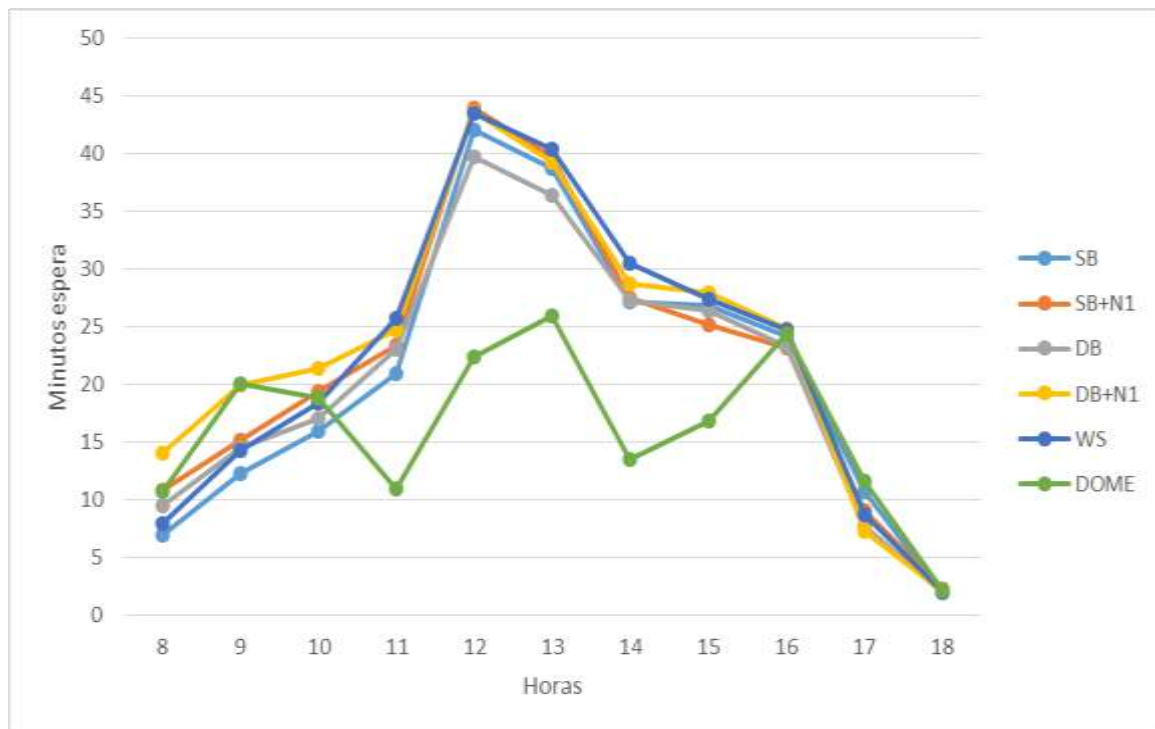


Figura 3 – Gráfico do tempo médio de espera para o caso base com todas políticas de agendamento.

A partir do gráfico gerado, pode-se notar, primeiramente, que para as políticas de agendamento Single-Booking (SB), Single-Booking+N1 (SB+N1), Double-Booking (DB), Double-Booking+N1 (DB+N1) e Wave Scheduling (WS) o comportamento das curvas de tempo de espera ao longo do dia é bastante semelhante, com tempos de espera próximos a 45 minutos no horário de meio-dia.

A segunda observação é a de que a curva relacionada à política de agendamento DOME apresentou um comportamento com padrão muito diferente das demais e, claramente, provou-se como política de agendamento mais adequada para o setor de ultrassonografia em questão. Tal afirmação é possível devido ao fato de que, além de apresentar uma redução no tempo máximo de espera de aproximadamente 17 minutos quando comparada com o Single-Booking (utilizado como política de agendamento atual do hospital), há uma clara diminuição do tempo de espera durante a maioria das horas do dia, principalmente entre 11:00h e 15:00h, quando comparada a qualquer outra política de agendamento testada.

Outro indicador de grande importância e diretamente ligado ao tempo médio de espera é o tamanho médio das filas ao longo do dia. O tamanho da fila, de hora em hora, é calculado através da média das 250 replicações executadas na simulação. Nesse caso, foi feito um estudo para o Caso Base comparando a política de agendamento presente no hospital (Single-Booking) com a política apresentada como mais eficiente em termos de tempo de espera médio na seção anterior (DOME). A partir disso, gerou-se uma tabela (Figura 4).

Política de Agendamento/Hora	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SB	0.8	1.3	1.8	1.9	2.3	3.0	3.1	3.0	2.9	1.1	0.0
DOME	1.2	2.3	2.2	1.1	1.1	1.8	1.6	1.8	2.8	1.3	0.0

Figura 4 – Tabela do tamanho médio de filas ao longo do dia para as políticas Single-Booking e DOME no Caso Base.

A partir da tabela, percebe-se que, novamente, a política de agendamento DOME provou-se mais eficiente na maior parte das horas estudadas. Como esperado, durante as primeiras horas do dia, a política DOME apresenta filas médias maiores quando comparada com o Single-Booking, devido ao maior número de pacientes alocados nesses horários. No entanto, com o decorrer das horas, há uma melhora significativa nos resultados apresentados pelo DOME, que, de 11:00h até 16:00h possui filas médias menores quando comparado com o Single-Booking. Tal fato é de grande importância, já que essas horas são consideradas como as horas de pico do sistema, em que haveria maior congestionamento do hospital.

Seguindo os resultados obtidos, foi feito o estudo do tempo de espera médio (sem defini-lo para cada hora do dia) para os sete cenários desenvolvidos, relacionando-os com as seis políticas de agendamento. Tal estudo tem o intuito de verificar se a política de agendamento tida como mais eficiente nas duas últimas seções (DOME), para o Caso Base, continua provando-se como a melhor independente do cenário adotado. A partir dos resultados gerados, obteve-se a tabela abaixo (Figura 5).

Cenário/Política de Agendamento	SB	SB+N1	DB	DB+N1	WS	DOME
Caso Base	22.0	23.0	22.2	24.9	23.8	17.5
1 Recepcionista	22.6	24.0	21.3	25.6	21.8	16.6
Movimentação 2 minutos	11.6	12.2	11.6	13.0	12.3	9.9
Tempo ultrassom maior	36.6	42.1	38.6	45.5	38.3	28.3
Tempo ultrassom variabilidade	22.5	24.0	22.7	25.9	21.8	17.6
NoShow 5%	43.3	49.3	43.6	48.7	43.9	31.5
NoShow 35%	10.2	10.6	10.2	10.6	10.1	9.4
<b>Total Geral</b>	<b>25.0</b>	<b>27.5</b>	<b>25.2</b>	<b>29.7</b>	<b>25.5</b>	<b>19.2</b>

Figura 5 - Tempo médio de espera médio (em minutos) para 7 cenários com 6 políticas de agendamento

Levando em conta a tabela apresentada, percebe-se que a política de agendamento DOME continua sendo a com menor tempo de espera médio para os pacientes, independente do cenário adotado. Percebe-se também que, quanto mais congestionado o sistema, mais eficiente é a política DOME, já que a diferença relativa de tempo médio de espera em cenários como “No-show 5%” e “Tempo ultrassom “maior” entre a política de agendamento DOME e as outras políticas tem um aumento significativo quando comparada com cenários menos congestionados, tais como “No-show 35%” e “Movimentação 2 minutos”.



Por fim, observa-se que o hospital estudado tinha como objetivo fazer com que o maior número possível de seus pacientes tivesse um tempo de espera inferior a 20 minutos, estabelecendo, assim, um nível de qualidade na prestação do serviço. Diante disso, foi possível estabelecer uma comparação entre os percentuais de pacientes que esperavam menos de 20 minutos quando as duas políticas de agendamento estudadas eram o Single-Booking e o DOME, para o Caso Base.

A partir dos dados das 250 replicações feitas foram extraídos o número total de pacientes que esperavam menos de 20 minutos para as duas políticas citadas. Para o Single-Booking, obteve-se que, de um total de 13157 pacientes, 7417 deles esperavam menos de 20 minutos, ou seja 56,4%. Já para a política DOME, obteve-se que, de um total de 13192 pacientes, 8349 deles esperavam menos de 20 minutos, o que representa 63,3% dos pacientes. Percebe-se, portanto, que, também no fator de qualidade de atendimento, há uma melhora quando é adotada a política de agendamento DOME.

## 6. Conclusão

O estudo feito visou analisar o efeito de seis políticas de agendamento (Single-Booking, Single-Booking+N1, Double-Booking, Double-Booking+N1, Wave Scheduling e DOME) aplicadas no contexto de um hospital de grande porte do Estado do Rio de Janeiro. Para isso, foi feito um modelo de simulação em que cada uma delas representava 250 replicações de um dia de funcionamento do hospital, com as características básicas de funcionamento, alterando somente a política adotada. Posteriormente, foram construídos outros cenários, alterando as características básicas do hospital, tais como número de recursos, tempo médio de funcionamento do ultrassom, variabilidade de tempo do ultrassom e variação da taxa de *no-show*.

A partir dos modelos estudados, foi possível chegar a uma série de conclusões sobre qual seria a política de agendamento mais adequada em termos de tempo de espera dos pacientes, tamanho das filas e uso dos recursos para o hospital.

Primeiramente, notou-se que a política de agendamento DOME provou-se mais eficiente, quando comparada a todas as outras políticas, quando o critério estudado era o tempo de espera médio dos pacientes ao longo das horas do dia. Nesse caso o tempo médio máximo de espera teve uma redução de aproximadamente 17 minutos quando comparado ao Single-Booking. Após isso, a política DOME foi avaliada novamente como a mais eficiente quando comparada com a política atual do hospital (Single-Booking), sendo o critério de avaliação utilizado o tamanho das filas médio ao longo das horas do dia.

Ao passar à análise de sensibilidade do modelo, com a construção de seis novos cenários, variando características do Caso Base, foi possível verificar se as políticas de agendamento estudadas continuariam apresentando a mesma eficiência, estando fora das características básicas do hospital. Novamente a política DOME provou-se mais eficiente em todos os casos estudados e ficou claro um fator de grande relevância: quanto mais congestionado o sistema, mais importante seria a aplicação dessa política. Tal situação ficou provada pelo fato de que a diferença relativa de tempo médio de espera entre o DOME e outras políticas em cenários como “*No-show* 5%” e “Tempo ultrassom maior” tem um aumento significativo quando comparada com cenários menos congestionados, como “*No-show* 35%” e “Movimentação 2 minutos”.

Na última análise feita, em relação ao nível de serviço esperado pelo hospital, de no máximo 20 minutos de espera para os pacientes, conclui-se que o DOME novamente prova-se mais eficiente quando comparado com o *Single-Booking*, política adotada atualmente pelo hospital. No *Single-Booking* 56,4% dos pacientes esperam menos de 20 minutos por uma consulta, percentual significativamente menor do que os 63,3% apresentados pelo DOME.

Conclui-se que a política de agendamento DOME possui todas as vantagens citadas anteriormente em grande parte pela sua habilidade de reduzir a ociosidade do sistema. Tal

situação ocorre exatamente pelo fato de que, ao agendar um número maior de pacientes na parte da manhã e no fim da tarde, a taxa de ocupação dos médicos aumenta, reduzindo os efeitos nocivos dos *no-shows*. Com isso, há a formação de filas levemente maiores no início do dia, que, no entanto, possibilitam que o tempo de espera durante o resto do dia fique relativamente estável, com um tempo máximo de espera significativamente menor do que o apresentado pelas outras políticas de agendamento estudadas.

Por fim, propõe-se que futuros estudos busquem modelar os *no-shows* de uma dada unidade de saúde, podendo, assim, prever um certo padrão para sua ocorrência. Dessa forma, se essa unidade possuir uma alta taxa de *no-shows*, será possível gerar uma política de agendamento ótima para o caso em questão. Além disso, outros estudos podem, ainda, modelar as desistências de pacientes de acordo com o tamanho da fila que encontram, buscando gerar tamanhos de filas menores e mais constantes ao longo do dia para evitar tal situação.

## 7. Bibliografia

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

**BARRON, W. M.** (1980), Failed Appointments: Who Misses Them, Why They Are Missed, and What Can Be Done? , *Primary Care*, 7, 4, 563–574

**BERG, B. P.** (2012), Optimal Planning and Scheduling in Outpatient Procedure Centers

**BLANCO WHITE, M. J. AND M. C. PIKE** (1964), Appointment Systems in Outpatients' Clinics and the Effect on Patients' Unpunctuality, *Medical Care* 2, 133–145.

**CAYIRLI, T. & VERAL, E.** (2003), Outpatient Scheduling in Health Care: A Review of Literature. *Production and Operations Management* , 12, 519-549.

**CAYIRLI, T., VERAL, E., & ROSEN, H.** (2006), Designing Appointment Scheduling Systems for Ambulatory Care Services. *Health Care Management Science* , 9, 47-58.

**FETTER, R. AND J. THOMPSON** (1966), Patients Waiting Time and Doctors Idle Time in the Outpatient Setting, *Health Services Research*, 1, 66–90

**GUPTA, D. & DENTON, B.** (2008), Appointment scheduling in health care: Challenges and opportunities. *IIE Transactions* ,40, 800–819

**HARPER, P. R., GAMLIN, H. M.** (2003), Reduced outpatient waiting times with improved appointment scheduling: a simulation modelling approach, *OR Spectrum*, 25, 207-222

**HASSIN, R. & MENDEL, S.** (2008), Scheduling Arrivals to Queues: A Single-Server Model with *No-Shows*. *Management Science* , 54, 565-572.

**HO, C. J. & LAU, H. S.** (1992), Minimizing Total Cost in Scheduling Outpatient Appointments. *Management Science*, 38, 1750-1764.

**HUANG, F. & LEE, M. H.** (1996), Using Simulation in Out-patient Queues: A Case Study. *International Journal of Health Care Quality Assurance* , 9, 21-25.

**JERBI, B. & KAMOUN, H.** (2011), Multiobjective study to implement outpatient appointment system at Hedi Chaker Hospital, *Simulation Modelling Practice and Theory*, 19, 1363-1370

**KATZ, J.** (1969), Simulation of Outpatient Appointment Systems, *Communications of the ACM*, 12, 215–222.

**SMITH, M. & CARBER, L.** (2002), Chiropractic Health Care in Health Professional Shortage Areas in the United States, *American Journal of Public Health*, 92, No. 12, 2001-2009.

**SAURÉ, A., PATRICK, J., TYLDESLEY, S. & PUTERMAN, M. L.** (2012), Dynamic multi-appointment patient scheduling for radiation therapy, *European Journal of Operational Research*, 223, 573-584

**SHAO, M.S.J** (2011), Simulation modeling and analysis for outpatient scheduling

**VISSERS, J.** (1979), Selecting a Suitable Appointment System in an Outpatient Setting, *Medical Care*, 17, 12, 1207–1220

**VUYST, S.D., BRUNEEL, H., FIEMS, D.** (2014), Computationally efficient evaluation of appointment schedules in health care, *European Journal of Operational Research* (2014), (doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2014.02.05> )

**WIJNGAARD, J.** (1979), The Outpatient Appointment System: Design of a Simulation Study, *European Journal of Operational Research*, 3, 6, 459–463.

**ZACHARIAS, C. & PINEDO, M.** (2014), Appointment Scheduling with *No-Show* and *Overbooking*, *Production and Operations Management*, 2013, 1-14