



**Amanda de Araujo Batista da Silva**

**Modelo de otimização para localização de hospitais  
de campanha para COVID-19**

**Dissertação de Mestrado**

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

Orientador: Prof. Silvio Hamacher

Co-orientadora: Prof. Janaina Figueira Marchesi

Rio de Janeiro  
setembro de 2020



**Amanda de Araujo Batista da Silva**

**Modelo de otimização para localização de hospitais  
de campanha para COVID-19**

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:

**Prof. Silvio Hamacher**

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

**Prof. Janaina Figueira Marchesi**

Co-orientadora

Instituto Tecgraf/PUC-Rio

**Prof. Julia Lima Fleck**

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

**Prof. Fernando Augusto Bozza**

Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ

Rio de Janeiro, 30 de setembro de 2020

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

### **Amanda de Araujo Batista da Silva**

Graduou-se em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, em 2018. Atuou como pesquisadora no Laboratório de Engenharia e Gestão em Saúde (LEGOS | UERJ), desempenhando atividades nas áreas de Engenharia de Operações e Processos da Produção, Pesquisa Operacional e Transporte e Logística. É pesquisadora do Instituto Tecgraf (PUC-Rio), atuando na Gerência de Sistemas de Apoio à Decisão e Supply Chain como integrante do Núcleo de Operações e Inteligência em Saúde (NOIS).

#### Ficha Catalográfica

Silva, Amanda de Araujo Batista da

Modelo de otimização para localização de hospitais de campanha para COVID-19 / Amanda de Araujo Batista da Silva ; orientador: Silvio Hamacher ; coorientadora: Janaina Figueira Marchesi. – 2020.

143 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2020.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Gestão de serviços de saúde. 3. Alocação de leitos. 4. Problema de localização. 5. COVID-19. I. Hamacher, Silvio. II. Marchesi, Janaina Figueira. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV. Título.

CDD: 658.5

## Agradecimentos

A Deus, por me conceder saúde, por iluminar meus caminhos e me permitir chegar até aqui.

Aos meus pais, Jorge e Edite, por acreditarem em mim e não medirem esforços para a concretização dos meus sonhos. Sem vocês, nada seria possível.

Ao Professor Silvio Hamacher por todo suporte, atenção, correções, incentivos e oportunidades durante o desenvolvimento da dissertação. Obrigada por todos os ensinamentos.

À Professora Janaina Marchesi pela ajuda na elaboração do trabalho, diversas orientações e revisões do texto, e por sempre estar disposta a me ajudar e orientar. Obrigada pelo cuidado.

Aos professores Julia Fleck e Fernando Bozza, por terem aceitado o convite para a banca. Agradeço não apenas a participação, mas os conselhos e ensinamentos ao longo da trajetória acadêmica e profissional.

À professora Thaís Spiegel, que me inspira a querer tornar o mundo um lugar melhor. Sempre foi um grande exemplo para mim, e hoje, agradeço por ter me incentivado a seguir no caminho da pós-graduação. Muito obrigada por tudo.

Aos amigos Rodrigo, Gustavo e Daniel que muitas vezes me ajudaram e me orientaram nessa jornada. Obrigada pela infinita paciência, por estarem sempre presentes, por nunca pouparem esforços para me ajudar e, principalmente, por me lembrar sempre que no final tudo dá certo.

Às amigas Hingred e Isabella pela amizade, por dividirem as dúvidas, experiências e por tornar toda essa trajetória um pouco mais fácil. À Thiago e Pedro, pelas horas de estudo e pelas discussões enriquecedoras. À Marla, Larissa e Brenda, por toda cumplicidade e ajuda desde o início desta jornada.

Aos amigos Bianca, Leila, Leonardo, Guilherme e João Pedro que muitas vezes me ajudaram e me orientaram, compartilharam importantes conhecimentos comigo e me ensinaram muitas coisas.

À amiga Soraida, obrigada pelo companheirismo, apoio, orientações e por ser tão solícita.

A todos os professores e funcionários da PUC-Rio, pelos conhecimentos transmitidos e ajuda fornecida.

A todos os professores do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio, em especial as professoras Paula Maçaira e Fernanda Baião, por todo conhecimento compartilhado, oportunidades de aprendizado e incentivo em seguir essa jornada acadêmica.

Por fim, agradeço aqueles, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Resumo

Silva, Amanda de Araujo Batista da; Hamacher, Silvio (Orientador); Marchesi, Janaina Figueira (Co-orientadora). **Modelo de otimização para localização de hospitais de campanha para COVID-19**. Rio de Janeiro, 2020. 143p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A pandemia de COVID-19 causada pelo novo coronavírus (Sars-CoV-2) tornou-se um grande desafio à saúde pública. A rápida disseminação da doença em diferentes partes do mundo desafia os governos a controlar a transmissão do vírus e minimizar a insuficiência de recursos, além do seu impacto econômico. O presente trabalho tem como objetivo propor um modelo para localizar hospitais de campanha e alocar leitos públicos de unidades de terapia intensiva (UTI) e de enfermaria, e ventiladores mecânicos para oferecer o tratamento adequado aos pacientes. Para isso, inicialmente foi realizada a previsão dos novos casos de COVID-19 com base no modelo ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) para o mês de maio. Em seguida, foi proposto um modelo de cobertura de conjuntos, cujo objetivo é atender toda a demanda, minimizando a distância percorrida pelo paciente e os custos envolvidos. Os dados de internação, notificação de casos confirmados, leitos e ventiladores mecânicos foram coletados do Departamento de Informática do SUS (DATASUS) e da Secretaria de Saúde do Estado do Rio de Janeiro (SES RJ). Quatro diferentes cenários são sugeridos aos tomadores de decisão, buscando minimizar a distância percorrida pelo paciente e o custo de instalação dos hospitais. Os resultados mostram que o planejamento inicial do governo do Estado do Rio de Janeiro, além de ser muito caro e não ter sido finalizado, anteciparia mais leitos do que o necessário. A implementação da solução proposta pode fornecer tratamento e estrutura ideais para a população em face de desafios semelhantes relacionados a emergências temporárias.

## Palavras-chave

Gestão de Serviços de Saúde; Alocação de Leitos; Problema de Localização; COVID-19.

## Abstract

Silva, Amanda de Araujo Batista da; Hamacher, Silvio (Advisor); Marchesi, Janaina Figueira (Co-advisor). **Optimization model to locate field hospitals for COVID-19**. Rio de Janeiro, 2020. 143p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The COVID-19 pandemic caused by a novel coronavirus (Sars-CoV-2) has become a major public health challenge. The rapid spread of the disease in different parts of the world has challenged the governments to control the virus transmission and minimize the insufficient supply of resources, besides its economic impact. We aimed to localize field hospitals as well as allocate public intensive care beds, ward beds, and mechanical ventilators to provide the appropriate treatment to patients. For this, firstly we estimated the number of confirmed cases based on ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) for May 2020; then a set covering model was implemented aiming to attend the whole demand while minimizing the distance traveled by the patient and the costs involved. Data on hospitalization, notification of confirmed cases, beds, and mechanical ventilators was collected from DATASUS and the Rio de Janeiro State Health Department (SES-RJ). Four different scenarios were suggested to decision-makers, seeking to minimize the distance traveled by the patient and the cost of installing hospitals. According to our results, the initial planning of the government of Rio de Janeiro State was over-dimensioned and anticipated more beds than necessary. Our solution could provide the optimal treatment and structure to the population in the face of similar challenges regarding temporary emergencies.

## Keywords

Health Care Management; Bed Allocation; Localization Problem; COVID-19.

# Sumário

1	Introdução	15
1.1	Objetivos e delimitação da pesquisa	15
1.2	Relevância do trabalho	16
1.3	Estrutura do documento	17
2	Referencial Teórico	18
2.1	COVID-19	18
2.1.1	Tratamento	22
2.2	Modelos de localização de instalações aplicados a saúde	24
2.2.1	Modelos baseados em cobertura	25
2.2.1.1	<i>Set covering</i>	25
2.2.1.2	Máxima cobertura	26
2.2.1.3	Modelo p-centro	27
2.2.2	Modelos baseados em mediana	29
2.2.2.1	Modelo p-mediana	29
2.2.2.2	Modelo <i>fixed charge</i>	30
2.3	Localização de instalações aplicada a saúde	31
2.4	Localização de instalações aplicada a COVID-19	33
3	Procedimentos Metodológicos	35
3.1	Classificação da pesquisa	35
3.2	Etapas da pesquisa	35
3.2.1	Compreensão das especificidades do problema	37
3.2.2	Coleta e tratamento de dados e informações	37
3.2.3	Análise descritiva e estatística do problema	38
3.2.3.1	Análise epidemiológica	38
3.2.4	Previsão dos casos confirmados de COVID-19	39
3.2.5	Estimativa de recursos	41
3.2.6	Modelagem matemática	42
3.2.7	Análise e discussão dos resultados	43
4	Demanda de Recursos	44
4.1	Descrição do Problema	44
4.2	Projeção dos novos casos de COVID-19	47
4.3	Estimativa da necessidade de recursos	49
4.3.1	Total de internados em hospitais públicos	50
4.3.2	Tempo médio de permanência	50
4.3.3	Estimativa do total de internados em UTI, em enfermaria e em uso de suporte ventilatório	52
4.4	Resultados da estimativa de recursos	53
4.4.1	Internações em UTI no Estado do Rio de Janeiro	54
4.4.2	Uso de Ventilação Mecânica Invasiva no Estado do RJ	55
4.4.3	Internações em enfermaria no Estado do RJ	56



4.5 Comparação da estimativa com a real utilização dos recursos	57
4.5.1 Internações em UTI no Estado do RJ	58
4.5.2 Demanda de uso de VMI no Estado do RJ	58
4.5.3 Internações em enfermaria no Estado do RJ	59
5 Modelo Matemático	60
5.1 Equacionamento	60
5.2 Resultados do modelo	63
5.2.1 Caso Base	63
5.2.2 Caso 1	67
5.2.3 Caso 2	71
5.2.4 Caso 3	74
5.2.5 Comparação entre os cenários propostos	77
5.3 Análise da solução proposta	77
5.3.1 Hospitais de campanha instalados no Estado do Rio de Janeiro	78
5.3.2 Internações em UTI no Estado do RJ	80
5.3.3 Internações em enfermaria no Estado do RJ	83
6 Considerações Finais	86
7 Referências Bibliográficas	87
APÊNDICE I - Localização de estabelecimentos de saúde	95
APÊNDICE II - Proporção do total de casos por município do estado do RJ	99
APÊNDICE III - Diagrama de filtragem da base de dados SRAG	102
APÊNDICE IV - Estimativa da demanda de leitos de UTI para o Estado do RJ	103
APÊNDICE V - Estimativa da demanda de leitos de UTI com uso de ventilação mecânica para o Estado do RJ	104
APÊNDICE VI - Estimativa da demanda de leitos de enfermaria com uso de ventilação mecânica para o Estado do RJ	105
APÊNDICE VII - Estimativa da demanda de leitos de enfermaria para o Estado do RJ	106
APÊNDICE VIII - Demanda estimada de leitos de UTI por município	107
APÊNDICE IX - Demanda estimada de uso de ventilação mecânica invasiva	111
APÊNDICE X - Demanda estimada por leitos de enfermaria	115
APÊNDICE XI - Perfil dos hospitais de campanha <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
APÊNDICE XII - Municípios candidatos do modelo matemático	119
APÊNDICE XIII - Informações sobre a performance do modelo matemático	122
APÊNDICE XIV - Alocação de leitos de UTI no Estado do RJ por município com hospital de campanha - caso base	123

APÊNDICE XV - Alocação de VMI no Estado do RJ por município com hospital de campanha - caso base	124
APÊNDICE XVI - Alocação de leitos de enfermaria no Estado do RJ por município com hospital de campanha - caso base	126
APÊNDICE XVII - Alocação de leitos de UTI no Estado do RJ por município com hospital de campanha – caso 1	128
APÊNDICE XVIII - Alocação de VMI no Estado do RJ por município com hospital de campanha – caso 1	130
APÊNDICE XIX - Alocação de leitos de enfermaria no Estado do RJ por município com hospital de campanha - caso 1	131
APÊNDICE XX - Alocação de leitos de UTI no Estado do RJ por município com hospital de campanha – caso 2	133
APÊNDICE XXI - Alocação de VMI no Estado do RJ por município com hospital de campanha – caso 2	135
APÊNDICE XXII - Alocação de leitos de enfermaria no Estado do RJ por município com hospital de campanha - caso 2	136
APÊNDICE XXIII - Alocação de leitos de UTI no Estado do RJ por município com hospital de campanha – caso 3	138
APÊNDICE XXIV - Alocação de VMI no Estado do RJ por município com hospital de campanha – caso 3	140
APÊNDICE XXV - Alocação de leitos de enfermaria no Estado do RJ por município com hospital de campanha - caso 3	141

## Lista de Figuras

Figura 1- Casos confirmados de COVID-19 no Brasil.	19
Figura 2 - Total de óbitos notificados por COVID-19 no Brasil.	20
Figura 3 – Casos confirmados de COVID-19 no estado do Rio de Janeiro.	21
Figura 4 - Total de óbitos notificados por COVID-19 no estado do Rio de Janeiro.	21
Figura 5 - Óbitos por COVID-19 por data de ocorrência e notificação no estado do Rio de Janeiro.	22
Figura 6 - Classificação dos modelos de localização discretos.	25
Figura 7 - Etapas da pesquisa.	36
Figura 8 - Leitos SUS no Estado do Rio de Janeiro por região de saúde.	45
Figura 9 – Comparação dos modelos ARIMA e ETS para o período teste	48
Figura 10 – Previsão de casos cumulados de COVID-19 no Estado do Rio de Janeiro em maio	49
Figura 11 – Etapas da estimação de recursos	50
Figura 12 – Internações SRAG até 30/04/2020	51
Figura 13 – Internações SRAG até 30/04/2020	52
Figura 14 - Exemplo numérico da estimativa de internação em UTI	53
Figura 15 – Demanda estimada de internações em UTI	54
Figura 16 – Comparação entre os resultados estimados e observados para Internações em leitos de UTI no mês de maio	55
Figura 17 – Demanda estimada de uso de VMI	55
Figura 18 - Comparação entre os resultados estimados e observados para uso de VMI em maio	56
Figura 19 - Comparação entre os resultados estimados e observados para internações em leitos de enfermaria no mês de maio	57
Figura 20 – Distribuição dos Hospitais de Campanha por Região de Saúde para o caso base	64
Figura 21 – Distribuição dos Hospitais de Campanha por Região de Saúde para o caso 1	69
Figura 22 – Distribuição dos Hospitais de Campanha por Região de Saúde para o caso 2	72

Figura 23 – Distribuição dos Hospitais de Campanha por Região de Saúde para o caso

3

75

## Lista de Tabelas

Tabela 1- Taxa de incidência de COVID-19 por 100 mil habitantes no Estado do RJ .....	45
Tabela 2- Taxa de mortalidade por COVID-19 por 100 mil habitantes no Estado do RJ.....	46
Tabela 3 – Comparação das internações de SRAG em UTI por região de saúde .....	58
Tabela 4 – Comparação do uso de VMIs por pacientes com SRAG por região de saúde .....	58
Tabela 5 – Comparação das internações de SRAG em leitos de enfermaria por região de saúde .....	59
Tabela 6 - Conjuntos e seus domínios correspondentes .....	60
Tabela 7 - Parâmetros do modelo .....	60
Tabela 8 - Variáveis do modelo.....	61
Tabela 9 – Perfil dos hospitais de campanha .....	61
Tabela 10 – Localização dos Hospitais de Campanha para o caso base .....	63
Tabela 11 – Utilização e capacidade de recursos para o caso base .....	66
Tabela 12 – Localização dos Hospitais de Campanha para o caso 1.....	67
Tabela 13 - Utilização e capacidade de recursos para o caso 1 .....	70
Tabela 14 – Localização dos Hospitais de Campanha para o caso 2.....	71
Tabela 15 - Utilização e capacidade de recursos para o caso 2.....	73
Tabela 16 – Localização dos Hospitais de Campanha para o caso 3.....	74
Tabela 17 - Utilização e capacidade de recursos para o caso 3.....	76
Tabela 18 – Síntese dos resultados .....	77
Tabela 19 – Hospitais de campanha implementados no Estado do Rio de Janeiro....	79
Tabela 20 – Comparação das internações de SRAG em UTI por região de saúde ...	81
Tabela 21 – Comparação das distâncias percorridas por pacientes com demanda de internações em UTI.....	82
Tabela 22 – Comparação das internações de SRAG em leitos de enfermaria por região de saúde .....	84

*Conheça todas as teorias, domine todas as  
técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja  
apenas outra alma humana.*

Carl Gustav Jung

# 1

## Introdução

A doença infecciosa *Coronavirus disease 2019* (COVID-19), nome científico denominado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (HARAPAN et al., 2020), é causada pelo agente etiológico SARS-CoV-2 e surgiu no final do ano de 2019 na China, mas especificamente na província de Wuhan (CHEN et al., 2020b; LU; STRATTON; TANG, 2020). Relatos desde 8 de dezembro de 2019 mostraram que os habitantes da região deram entrada em unidades de saúde locais apresentando diagnóstico de caso de pneumonia grave com causa desconhecida e muitos deles trabalhavam ou moravam no mercado atacadista local de frutos do mar (LU; STRATTON; TANG, 2020).

Os números impressionam pelo rápido atingimento da doença em outros países e regiões, vindo a tornar-se um problema de saúde pública em todo o mundo (SOHRABI et al., 2020). Em 30 de janeiro de 2020, havia 7.736 casos confirmados e 12.167 suspeitos na China, além de 82 casos confirmados identificados em outros 18 países (BURK, 2020). Por conseguinte, a OMS(2020) declarou no mesmo dia que o surto se tornou uma emergência de saúde pública global.

No Brasil, o Ministério da Saúde (MS) iniciou sua preparação para enfrentamento da pandemia no mês de janeiro, por meio de um planejamento que englobava a ampliação da capacidade existente dos sistemas de saúde dos estados. (OLIVEIRA et al., 2020).

### 1.1

#### Objetivos e delimitação da pesquisa

Em razão da necessidade de se atender uma nova demanda de pacientes, o presente trabalho tem como objetivo principal propor uma metodologia para localizar hospitais de campanha para tratar pacientes com COVID-19 no Estado do Rio de Janeiro. Os hospitais devem ser distribuídos segundo as regiões de saúde existentes e ter os seguintes recursos alocados: leitos de UTI, leitos de enfermaria e respiradores. A metodologia é composta por um modelo estatístico para predição do número de

infectados por COVID-19 e por um modelo de otimização para localização de instalações.

Determinou-se como período de análise o mês de maio de 2020, visto que as autoridades de vigilância em saúde apontaram que o estado deveria atingir o maior número de casos acumulados de COVID-19 nesse mês (CRODA et al., 2020).

A delimitação de escopo se deu com a análise das internações notificadas como SRAG (Síndrome Respiratória Aguda Grave), dado que todos os pacientes graves com suspeita ou confirmados de COVID-19 integram essa base de dados e mesmo aqueles que tem a confirmação descartada seguem os mesmos protocolos iniciais de atendimento e concorrem pelos mesmos recursos.

A presente pesquisa também visa atingir alguns objetivos secundários, a saber:

- Entender como se deu a evolução da doença no Estado do Rio de Janeiro;
- Projetar os números de casos de COVID-19;
- Estimar a demanda de internações e necessidade de uso de Ventilação Mecânica Invasiva (VMI);
- Dimensionar a quantidade de recursos a ser alocada em cada região.

## 1.2

### Relevância do trabalho

Embora as discussões a respeito dos problemas de alocação de instalações tenham sido formalmente iniciadas em 1909 com Alfred Weber (OWEN; DASKIN, 1998) e exista uma grande quantidade de publicações sobre o tema, ainda há um avanço contido quando se trata da aplicação da temática ao contexto saúde. Em especial, há um número reduzido de trabalhos que tratem da localização de instalações aplicadas ao contexto de epidemias.

Além disso, a presente pesquisa visa atender eventos que embora não ocorram frequentemente, acontecem de modo repentino e demandam de um amplo conjunto de serviços de emergência (AHMADI-JAVID; SEYEDI; SYAM, 2017). Assim, a aplicação dessa técnica de planejamento de instalações se faz necessária para mitigar riscos e reduzir o tempo de resposta em situações de desastre catastrófico ou grandes emergências.



### 1.3

#### **Estrutura do documento**

Este trabalho encontra-se dividido em seis capítulos. O primeiro capítulo dedica-se à contextualização do tema, objetivos, justificativa, relevância, delimitações do escopo e a estrutura do estudo.

O segundo capítulo apresenta o referencial teórico, esclarecendo os conceitos associados ao tema, a sintetização do estado da arte da literatura a respeito dos modelos de localização existentes e uma breve exposição daqueles escolhidos para solucionar os problemas apresentados.

O terceiro capítulo descreve os procedimentos metodológicos empregados no desenvolvimento da pesquisa, explicitando o método utilizado, incluindo os instrumentos utilizados na coleta, tratamento e análise dos dados.

O quarto aborda a descrição do problema, expondo as informações encontradas e as questões a serem analisadas para o planejamento do tratamento da COVID-19 no Estado do Rio de Janeiro. Em seguida, expõe a projeção de novos casos da doença estimados para o mês de maio. Subsequentemente, apresenta a estimativa de recursos elaborada, comparando-a ao que de fato ocorreu no período.

O quinto capítulo retrata a modelagem matemática, apresentando o modelo de localização de instalações desenvolvido, seguido das análises de sensibilidade para os cenários pressupostos.

Por fim, o último capítulo tratará das considerações finais e das proposições de trabalhos futuros.

## 2

## Referencial Teórico

Neste capítulo serão apresentados os principais conceitos do tema abordado. Em seguida, será relatado como é realizado o diagnóstico da doença e que tipos de recurso o paciente com COVID-19 demanda. Por fim, busca-se identificar o arcabouço teórico a respeito dos modelos de localização de instalações aplicados à saúde e mais especificadamente ao contexto de epidemias.

### 2.1

#### COVID-19

A COVID-19, doença semelhante a causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave (do inglês, SARS-CoV) (HUANG et al., 2020; XU et al., 2020), pode causar doença respiratória grave. Segundo Huang et al. (2020), os principais sintomas apresentados no início da doença são tosse, febre, mialgia ou fadiga. A transmissão se dá por meio do contato de pessoa a pessoa, os quais transmitem o vírus por contato direto ou gotículas (HONE et al., 2019).

A inexistência de uma vacina para prevenção e a falta de imunidade prévia da população fazem com que a doença se espalhe rapidamente e apresente um número de casos com crescimento exponencial (ANDERSON et al., 2020). Governantes e autoridades sanitárias vêm sendo desafiados a controlar a transmissibilidade do vírus por meio da adoção de intervenções não farmacêuticas, isto é, ações praticadas por pessoas e comunidades visando conter, mitigar ou suprimir a propagação de doenças infecciosas (LASRY et al., 2020; SHAH et al., 2020).

O primeiro caso de coronavírus no Brasil foi notificado no Estado de São Paulo no dia 26 de fevereiro de 2020 (MS, 2020a; PARAGUASSU; MANDL, 2020). A evolução da doença concentrou-se inicialmente nas grandes capitais, sendo os primeiros casos classificados como importados, oriundos de países estrangeiros (OMS, 2020).

A Figura 1 apresenta a curva de casos acumulados no Brasil desde a primeira data de reporte até 30/06/2020.

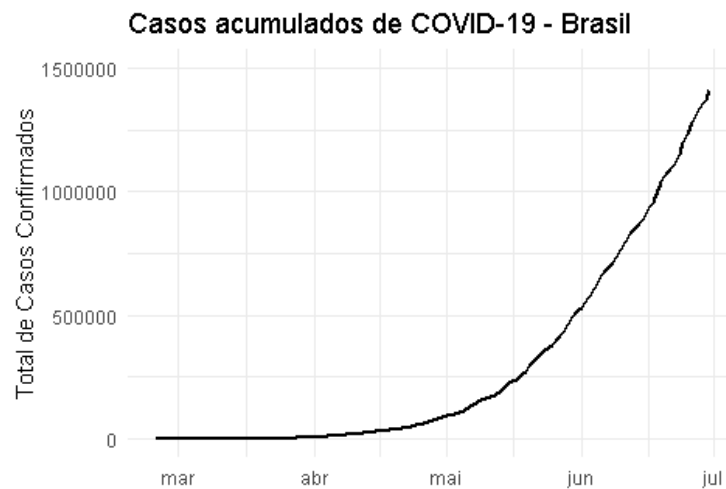


Figura 1- Casos confirmados de COVID-19 no Brasil.

Fonte: Ministério da Saúde, obtido em (COTA, 2020).

Medidas de controle foram tomadas em todo o país visando retardar o crescimento da curva de casos. Contudo, elas não foram estabelecidas no âmbito nacional, cabendo a cada Estado, iniciando por São Paulo e Rio de Janeiro, a decisão de determinar medidas de isolamento social, tais como fechamento dos shopping centers e academias, e suspensão de todos os eventos (ANTUNES et al., 2020).

Conforme pode ser observado na figura anterior, o número de casos no Brasil continuou a crescer desde o início da pandemia. Não sendo observado ao longo dos quatro meses nenhuma queda no total de infectados reportados. O número de óbitos comportou-se da mesma maneira, sendo observado um crescimento ao longo do período observado (Figura 2).

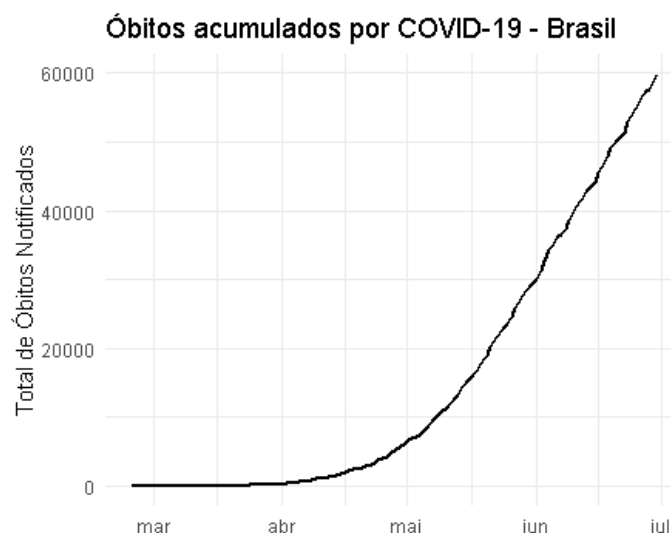


Figura 2 - Total de óbitos notificados por COVID-19 no Brasil.

Fonte: Ministério da Saúde, obtido em (COTA, 2020).

Além de alcançar altos números de óbitos em decorrência da doença, em meados de junho o país atingiu o patamar de segundo com maior número de mortes ficando atrás somente dos Estados Unidos (RITCHIE et al., 2020).

No Estado do Rio de Janeiro, o primeiro caso foi confirmado pela Secretaria de Estado de Saúde (SES RJ) no dia 05 de março de 2020, sendo o mesmo perfil de paciente advindo do exterior (SES RJ, 2020a). Nesse mesmo dia, o MS confirmou os primeiros dois casos de transmissão local, no Estado de São Paulo, e oito dias depois regulamentou critérios de isolamento e quarentena (MS, 2020b), devido aos casos de transmissão comunitária do novo coronavírus nas cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo.

Em 02 de março de 2020 a SES RJ já havia publicado um plano de resposta do estado ao coronavírus, sistematizando ações e procedimentos a serem tomados antecipadamente ou no decorrer de situações fora de normalidade (SES RJ, 2020b). No plano constam recomendações para a identificação do vírus, estabelecimento de classificação de níveis de ativação da contingência, ações a serem tomadas pela secretaria e responsabilidades e atribuições de cada esfera de atenção à saúde.

Como é possível observar na Figura 3, o crescimento dos números de casos no Estado do RJ foi controlado no início. Contudo, tal comportamento não se manteve por muito tempo. Fato este que pode ser explicado em razão da autonomia dada pela União Federal e divergências as ações tomadas por diferentes governos (PIRES, 2020),

causando assim imprecisão nas orientações e dúvidas nas atitudes a serem seguidas por parte da população.

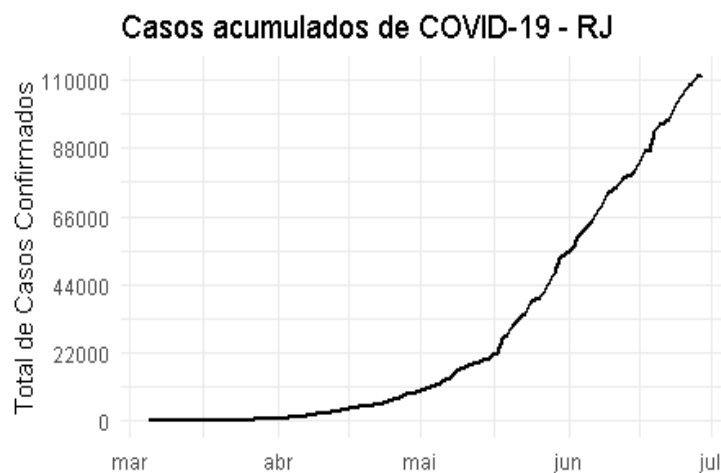


Figura 3 – Casos confirmados de COVID-19 no estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Ministério da Saúde obtido em (COTA, 2020).

A SESRJ (2020c) confirmou o primeiro óbito por COVID-19 no estado no dia 19 de março de 2020. Desde então, nota-se um aumento nas notificações de óbitos causados pela doença, conforme apresentado na Figura 4.

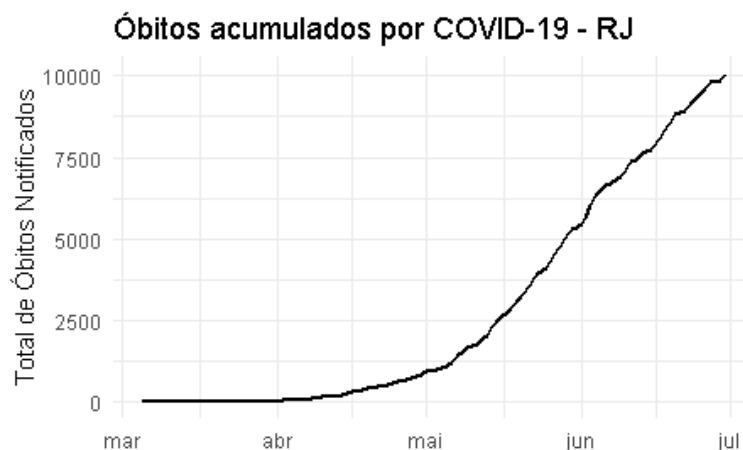


Figura 4 - Total de óbitos notificados por COVID-19 no estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Ministério da Saúde obtido em (COTA, 2020).

Vale ressaltar que os números acima expostos, tanto de casos confirmados quanto de notificações de óbito, detêm de um atraso nas suas divulgações decorrentes

da dificuldade de mensuração próprias do sistema e que se evidenciam durante uma pandemia (BASTOS et al., 2019).

A Figura 5 retrata o atraso presente entre o momento do óbito e seu registro nos sistemas oficiais do governo.

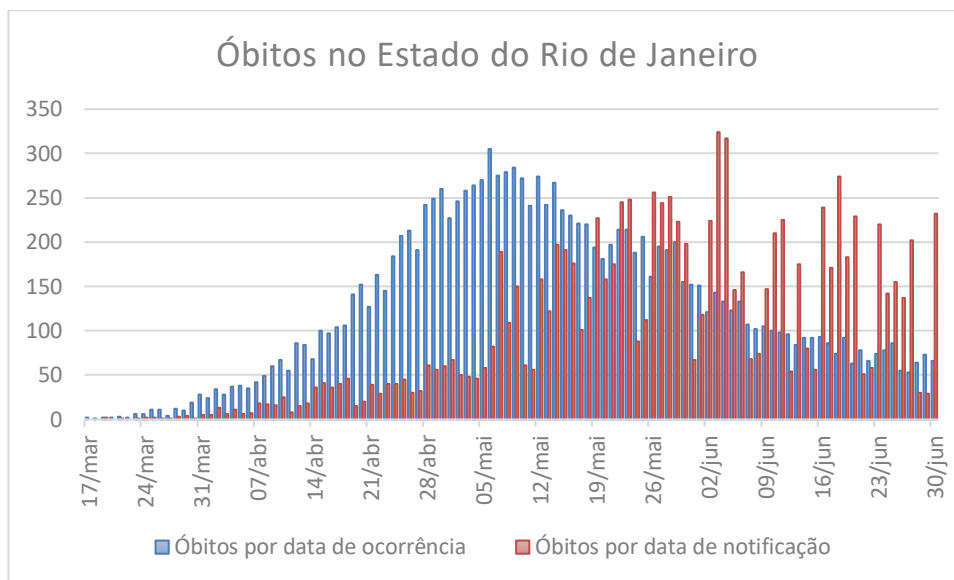


Figura 5 - Óbitos por COVID-19 por data de ocorrência e notificação no estado do Rio de Janeiro.

Fonte: Ministério da Saúde obtido em (COTA, 2020) e SESRJ obtido em (SESRJ, 2020d)

### 2.1.1

#### Tratamento

A COVID-19 apresenta uma taxa de mortalidade relativamente alta, embora seja considerada uma doença moderadamente infecciosa (HARAPAN et al., 2020). Assim como as doenças causadas pelos vírus MERS-CoV e SARS-CoV, ainda não existe um tratamento antiviral específico para tratar essa patologia (TANG; TAMBYAH; HUI, 2020).

O reconhecimento precoce de suspeição da doença e, também, o controle da sua disseminação por meio do isolamento dos casos suspeitos ou confirmados é de suma importância para o controle da doença e tratamento dos infectados em estágios iniciais de evolução (OMS, 2020). O infectado demanda isolamento, cuidados de suporte e gerenciamento de sintomas, tais como oxigenoterapia, controle de líquidos e tratamento com antibióticos para tratar infecções secundárias (CHEN et al., 2020a; HUANG et al., 2020).

Vale ressaltar que alguns casos evoluem rapidamente apresentando complicações graves tais como: Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA); choque séptico; hipoxemia; arritmia; choque; lesão cardíaca aguda; e lesão renal aguda (CHEN et al., 2020b; HUANG et al., 2020), demandando tratamento em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) e uso de ventiladores mecânicos, recursos esses que frequentemente são insuficientes a todos os pacientes (HALPERN; MILLER, 2020).

Espera-se que 30% de toda a população não apresente sintomas, 55% venha a ter sintomas leves e moderados, 10% tenha sintomas graves e 5% encontre-se em uma situação seja crítica com 50% de chance de vir a óbito (FERGUSON et al., 2020; LAUER et al., 2020).

A lotação dos hospitais vivenciada por todos os países durante a pandemia ocasiona o aumento da capacidade interna dos estabelecimentos para atender a população. Esse acréscimo de oferta pode ser observado na adaptação dos serviços fornecidos nas unidades e mudanças de *layout*, de forma a aumentar o total de leitos disponibilizados, contratar mais profissionais de saúde, entre outros (WERNECK; CARVALHO, 2020).

Contudo, a adaptação dos hospitais não se mostrou suficiente, fazendo com que governos e autoridades de saúde utilizassem de outras estratégias para atender a população (FERGUSON et al., 2020). Pode-se citar como exemplo principal os hospitais de campanha, unidades flexíveis montadas por um período, porém também são utilizados de navios e hotéis visando o isolamento dos pacientes (BROWN et al., 2020).

Os hospitais de campanha consistem em estruturas modulares de fácil monte e desmonte, os quais têm como função atender as necessidades de determinada população por um período (SALMAN; GÜL, 2014). Apresentam somente o mínimo de estrutura necessária, de forma que se torne possível o deslocamento para regiões mais afastadas. Ainda assim, esse perfil de hospital possibilita desde pequenos procedimentos até cirurgias de alta complexidade e internações de pacientes provisoriamente (OLIVEIRA, 2016).

O MS iniciou sua preparação para enfrentamento da pandemia por meio de um planejamento que englobava a ampliação da capacidade existente dos sistemas de saúde de cada estado, por meio da aquisição e redistribuição de equipamentos e insumos – principalmente produção e aquisição de ventiladores mecânicos –,

construção de novas unidades hospitalares, montagem de hospitais de campanha e contratação de leitos em hospitais privados (OLIVEIRA et al., 2020).

Assim sendo, para tratar o paciente com COVID-19 é necessário dispor de leitos de enfermaria para os casos mais leves e leitos de UTI para os casos mais graves. Além disso, uma vez que haja desconforto respiratório faz-se necessário o uso de ventilação mecânica, tornando esse equipamento essencial para o tratamento de casos de alta complexidade.

## 2.2

### **Modelos de localização de instalações aplicados a saúde**

A discussão a respeito de localização de instalações é apresentada tanto para a indústria quanto para a saúde. Segundo Daskin e Dean (2004), na indústria localizar mal uma instalação, ofertar produtos em excesso ou de forma insuficiente podem causar aumento de despesas e/ou perda de qualidade no atendimento ao cliente. Se muitas instalações forem implantadas, os custos provavelmente excederão o valor desejável. Se poucas instalações forem usadas, o atendimento ao cliente poderá ser comprometido. Mesmo se o número correto de instalações for usado, instalações com localização ruim resultarão em um mau atendimento.

No setor de saúde uma má localização resulta em aumento de morbidade e mortalidade. Assim, a modelagem da localização das instalações apresenta uma importância ainda maior quando aplicada à localização das unidades de saúde (HILLIER et al., 2004)

Os modelos de localização discretos foram classificados por Daskin (2008) em modelos baseados em cobertura, em medianas e aqueles que não se enquadram em nenhuma dessas categorias (Figura 6). O primeiro grupo apresenta como limitação uma distância máxima, a qual inviabiliza a solução se ela não for respeitada. Já o segundo tem como objetivo minimizar a soma dos custos de distribuição, interpretado como distância entre oferta e demanda. Por fim, a última categoria pode ser exemplificada por modelos p-dispersão, aqueles cuja distância mínima entre qualquer par de instalações deve ser maximizada. Ademais, Hillier et al. (2004) assinalam que os principais modelos de localização utilizados no planejamento de localização de instalações no setor de saúde são: modelos de máxima cobertura, *set covering* ou cobertura de conjuntos e p-mediana.



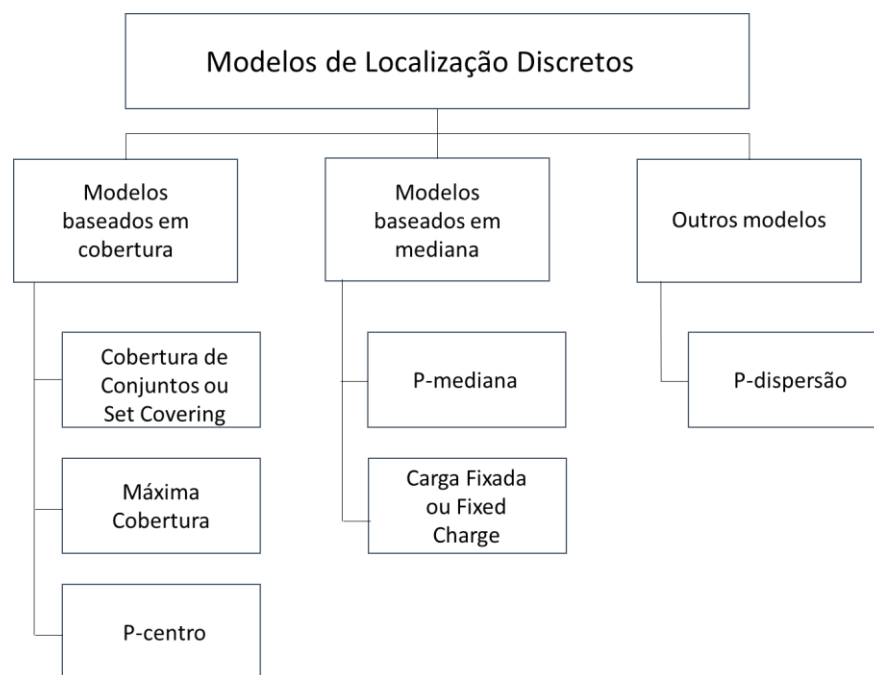


Figura 6 - Classificação dos modelos de localização discretos.

Fonte: Adaptado de Daskin (2008)

### 2.2.1

#### **Modelos baseados em cobertura**

Têm como limitação uma distância máxima, a qual inviabiliza a solução se ela não for respeitada. Tal problema apresenta como variações: a cobertura de conjuntos, com objetivo de minimizar o número de instalações, desde que atenda toda a demanda; cobertura máxima, onde maximiza a cobertura com um número de instalações pré-definido; e o p-centro, modelo cujo objetivo é minimizar a distância necessária para cobrir toda a demanda

#### 2.2.1.1

##### ***Set covering***

O problema de *set covering* ou cobertura de conjunto consiste na busca por um grupo de instalações, dentre um conjunto finito de candidatas, que apresente o menor custo e atenda toda demanda, isto é, cada nó de demanda deve ser atendido por pelo menos uma instalação (DASKIN, 2013).

##### **Parâmetros**

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se local candidato } j \in J \text{ pode cobrir a demanda do nó } i \in I \\ 0 & \text{se não} \end{cases}$$

$$f_j = \text{custo de localizar a instalação no local candidato } j \in J$$

### Variáveis de Decisão

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{se localizo a instalação no local candidato } j \in J \\ 0 & \text{se não} \end{cases}$$

### Função objetivo

$$\text{Minimizar} \quad \sum_{j \in J} f_j X_j \quad (2.1)$$

### Sujeito a

$$\sum_{j \in J} a_{ij} X_j \geq 1 \quad \forall i \in I \quad (2.2)$$

$$X_j \in \{0, 1\} \quad \forall j \in J \quad (2.3)$$

A função objetivo (2.1) minimiza o custo total de instalação das facilidades selecionadas. A restrição (2.2) determina que cada nó de demanda  $i$  deve ser coberto por pelo menos uma facilidade. Por fim, (2.3) é a restrição de integralidade da variável de decisão.

#### 2.2.1.2

##### Máxima cobertura

Este modelo tem como objetivo atender o máximo possível de demanda de com o menor número de instalações possível. Um valor fixo de instalações e uma distância máxima entre cada instalação e sua demanda são pré-determinados,

De acordo com Farahani e Hekmatfar (2009), esse é o modelo de cobertura mais usual. Formulado por Church e ReVelle (1974), o modelo tem como objetivo maximizar o total de demandas atendidas, considerando um número máximo de instalações possível.

### Parâmetros

$h_i$  = demanda do nó  $i \in I$

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se local candidato } j \in J \text{ pode cobrir a demanda do nó } i \in I \\ 0 & \text{se não} \end{cases}$$

$P$  = número de instalações para alocar

### Variáveis de Decisão

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{se localizo a instalação no local candidato } j \in J \\ 0 & \text{se não} \end{cases}$$

$$Z_i = \begin{cases} 1 & \text{se o nó } i \in I \text{ é coberto} \\ 0 & \text{se não} \end{cases}$$

### Função objetivo

$$\text{Maximizar} \quad \sum_{i \in I} h_i Z_i \quad (2.4)$$

### Sujeito a

$$Z_i \leq \sum_{j \in J} a_{ij} X_j \quad \forall j = i \in I \quad (2.5)$$

$$\sum_{j \in J} X_j \leq P \quad (2.6)$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (2.7)$$

$$Z_i \in \{0,1\} \quad \forall i \in I \quad (2.8)$$

A função objetivo (2.4) maximiza o número de demanda coberta. A restrição (2.5) estabelece que a demanda do nó  $i$  só pode ser atendida se pelo menos um dos locais da instalação que cobre o nó  $i$  esteja selecionado e, também, fornece o número de instalações selecionadas que podem cobrir o nó  $i$ . A restrição (2.6) estipula que não devem ser localizadas mais do que  $P$  instalações. Finalmente, as restrições (2.7) e (2.8) correspondem ao tipo binário das variáveis.

#### 2.2.1.3

#### Modelo p-centro

Também conhecido como modelo minmax, o modelo p-centro tem como objetivo localizar uma quantidade de instalações  $P$ , previamente definidas, de forma

que todos os nós de demanda sejam atendidos e a distância máxima entre um nó de demanda e a instalação mais próxima seja minimizada (DASKIN, 2013).

### Parâmetros

$D$  = distância entre um ponto de demanda e a instalação mais próximo

$d_{ij}$  = distância entre a demanda  $i \in I$  e o local candidato  $j \in J$

### Variáveis de Decisão

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se localiza o cliente } i \in I \text{ que é atendido pela instalação} \\ & \text{do local candidato } j \in J \\ 0 & \text{se não} \end{cases}$$

$$Y_j = \begin{cases} 1 & \text{se abro a instalação no local candidato } j \in J \\ 0 & \text{se não} \end{cases}$$

### Função objetivo

$$\text{Minimizar } D \quad (2.9)$$

### Sujeito a

$$\sum_{j \in J} X_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (2.10)$$

$$\sum_{j \in J} X_{ij} \leq Y_j \quad \forall i \in I; j \in J \quad (2.11)$$

$$D \geq \sum_{j \in J} d_{ij} X_{ij} \quad \forall i \in I \quad (2.12)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I; j \in J \quad (2.13)$$

$$Y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (2.14)$$

A função objetivo (2.9) minimiza a distância máxima entre a demanda e a instalação que oferece o serviço a ela. A restrição (2.10) impõe que cada cliente  $i \in I$  é associado a uma única instalação. Em (2.11) temos a garantia de que os nós de demanda só podem ser servidos por pontos onde haja uma instalação localizada. A restrição (2.12) define  $D$  como a máxima distância entre um ponto de demanda e a instalação mais próxima. Em (2.13) e em (2.14) temos as restrições de integralidade das variáveis de decisão.

## 2.2.2

**Modelos baseados em mediana**

Os modelos baseados em mediana têm como objetivo minimizar a distância média ponderada pela demanda entre um nó de demanda e o recurso ao qual está associado. São exemplos o problema p-mediana e o problema de carga fixa sem capacidade.

## 2.2.2.1

**Modelo p-mediana**

O modelo de p-medianas visa minimizar a soma dos custos de distribuição, interpretado como distância entre oferta e demanda. Para isso, busca-se localizar uma quantidade  $P$  de instalações, determinada a priori, de modo que minimize a distância entre os pontos de demanda e os pontos de oferta (DASKIN, 2013).

**Parâmetros**

$h_i$  = demanda do nó  $i \in I$

$d_{ij}$  = distância entre a demanda  $i$  e a instalação candida  $j$

$P$  = número de instalações para alocar

**Variáveis de Decisão**

$X_j = \begin{cases} 1 & \text{se localizo a instalação no local candidato } j \in J \\ 0 & \text{se não} \end{cases}$

$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se o nó de demanda } i \in I \text{ é atendido pela instalação no local} \\ & \text{candidato } j \in J \\ 0 & \text{se não} \end{cases}$

**Função objetivo**

$$\sum_{j \in J} \sum_{i \in I} h_i d_{ij} Y_{ij} \quad (2.15)$$

**Sujeito a**

$$\sum_{j \in J} Y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (2.16)$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0 \quad \forall i \in I; \forall j \in J \quad (2.17)$$

$$\sum_{j \in J} X_j = P \quad (2.18)$$

$$X_j \in \{0, 1\} \quad \forall j \in J \quad (2.19)$$

$$Y_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i \in I; j \in J \quad (2.20)$$

A função objetivo (2.15) minimiza a distância total ponderada pela demanda. A restrição (2.16) estabelece que cada nó de demanda deve ser servido por uma facilidade. Em (2.17) temos que o nó de demanda só pode ser atribuído a uma instalação que foi aberta. A restrição (2.18) garante que o número de instalações abertas não ultrapasse a quantidade  $P$ . Por fim, em (2.19) e em (2.20) temos as restrições de integralidade das variáveis de decisão.

#### 2.2.2.2

##### **Modelo *fixed charge***

O problema é encontrar os locais das instalações e o padrão de remessa entre as instalações e os clientes para minimizar a localização combinada das instalações e os custos de remessa sujeitos a um requisito de que todas as demandas dos clientes sejam atendidas (Daskin et al., 2004).

##### **Parâmetros**

$h_i$  = demanda do nó  $i \in I$

$f_j$  = custo de localizar a instalação no local candidato  $j \in J$

$c_{ij}$  = custo unitário de transporte entre a demanda do nó  $i \in I$  e a instalação no local candidato  $j \in J$

##### **Variáveis de Decisão**

$X_j = \begin{cases} 1 & \text{se instala no local candidato } j \in J \\ 0 & \text{se não} \end{cases}$

$Y_{ij}$  = Fração da demanda no local do cliente  $i \in I$  que é atendida por uma instalação no local  $j \in J$

### Função objetivo

$$\text{Minimizar } \sum_{j \in J} f_j X_j + \sum_{j \in J} \sum_{i \in I} h_i c_{ij} Y_{ij} \quad (2.21)$$

### Sujeito a

$$\sum_{j \in J} Y_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (2.22)$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0 \quad \forall i \in I; j \in J \quad (2.23)$$

$$X_j \in \{0, 1\} \quad \forall j \in J \quad (2.24)$$

$$Y_{ij} \geq 0 \quad \forall i \in I; j \in J \quad (2.25)$$

A função objetivo (2.21) minimiza o custo total (localização da instalação fixada e transporte). Em (2.22) é determinado que cada nó de demanda deve ser completamente atribuído a uma instalação. Na restrição (2.23) temos que o nó de demanda só pode ser atribuído a uma instalação que foi aberta. As restrições (2.24) e (2.25) representam a integralidade das variáveis de decisão.

## 2.3 Localização de instalações aplicada a saúde

Embora as aplicações de localização de instalações na área da saúde apresentem um crescimento contido, quando comparado a outras áreas, nota-se o aumento das aplicações de problemas discretos de localização de rede no contexto da assistência médica, considerada uma das questões estratégicas mais importantes em sistemas de saúde (AHMADI-JAVID; SEYEDI; SYAM, 2017).

Güneş et al. (2019) classificam os problemas de localização em saúde em três grandes áreas: localização da unidade, planejamento de ambulâncias e problemas de *layout* do hospital. O primeiro, mais clássico, como o próprio nome já diz, refere-se à determinação do local que a unidade de saúde será situada. Já o segundo, trata além da localização ou realocação de ambulâncias, dando enfoque ao intervalo de tempo entre a chamada de emergência e a transferência do paciente até uma unidade de saúde que oferte o serviço necessário. Por fim, está o posicionamento das unidades dentro de um

mesmo edifício, no caso os hospitais, buscando a redução dos transportes e custos relacionados aos deslocamentos.

Shariff et al. (2012) enfatizaram que para se atingir um alto padrão de atendimento na área da saúde, faz-se necessário um planejamento sistemático e eficiente do sistema. Consequentemente, a localização de novas unidades de saúde demanda cada vez mais de métodos que facilitem o processo de decisão dos planejadores (Zhang et al. 2016).

Haase et al. (2019) apresentaram o estado da arte a respeito da localização de estabelecimentos de saúde. Foi realizada uma atualização desse trabalho, constatando-se a existência de uma variedade de aplicações, embora todas tratem de localização de instalações de unidades de saúde. A compilação dos resultados encontrados pelos autores, até o ano de 2018, acrescida da sua atualização elaborada nesta pesquisa podem ser observados no Apêndice I.

Shariff et al. (2012) usam a abordagem clássica de máxima cobertura com instalações capacitadas para localizar as unidades de saúde, enquanto Zhang et al. (2016) propõem uma solução para o mesmo problema, porém com três objetivos: maximizar a equidade da acessibilidade, minimizar a população fora da faixa de cobertura e o custo de instalação das novas unidades. Kim & Kim (2013) trazem uma solução de localização de instalações voltada para o atendimento de pacientes de baixa renda, de modo que o máximo de pacientes seja atendido, respeitando suas preferências e o orçamento disponível.

Uma outra categoria é o modelo de alocação e localização. Basu et al. (2018) também se preocupam com os pacientes com menor renda, visando quantificar a lacuna existente no acesso aos serviços de saúde. A solução encontrada determina a quantidade de novas instalações públicas necessárias para o atendimento desse perfil de paciente e expõe que é possível aumentar a cobertura. Nota-se também outros dois modelos desse tipo propostos por Mestre et al. (2015) para tratar as incertezas eminentes no planejamento estratégico de uma rede hospitalar. A reorganização dos sistemas da rede é buscada por meio da minimização do tempo de transporte, entendido como a melhoria do acesso geográfico, e dos custos. Ouyang et al. (2020) também apresentam um modelo de localização de estabelecimentos de saúde e alocação de pacientes, o qual visa minimizar os custos totais de construção e manutenção das instalações. Já Nasrabadi et al. (2020) buscam, além de localizar as instalações de saúde, alocar seus serviços e determinar as capacidades dessas instalações. Djenic et



al. (2016) apresentaram uma metaheurística para minimizar o número máximo de pacientes atendidos por uma instalação.

Além de iniciativas que buscam apoiar diretamente as atividades médicas, existem uma grande discussão sobre saúde preventiva. Abordada por Zhang et al. (2012) e Haase & Müller (2015), os modelos apresentam diferentes soluções, porém ambas como objetivo de maximizar a participação do programa de saúde preventiva. Tavakkoli-Moghaddam et al. (2019) desenvolveram um modelo de localização de instalações associado ao design de rede, buscando minimizar o custo total de transporte e construção de instalações e maximizar os impactos sociais do estabelecimento localizado.

Vries et al. (2020) preocuparam-se com a localização de unidade de saúde beneficiando aqueles que apresentam dificuldades em acessar os sistemas de saúde, os caminhoneiros. O modelo desenvolvido visa maximizar o volume de pacientes nas unidades e a efetividade da prestação de serviços de saúde, mediante uma análise voltada a um perfil de paciente que não é estático.

Além disso, Vries et al. (2020) discutiram o *design* de redes de suprimento de sangue, insumo de grande importância no tratamento hospitalar. A proposição visa localizar os componentes do banco de sangue em uma rede alocando de forma efetiva os seus componentes (locais de doação, laboratórios de teste e processamento, bancos de sangue e pontos de demanda).

Sendo assim, observa-se uma grande variação nos modelos desenvolvidos para oferecer serviços de saúde a uma determinada população. Embora todos tratem de localização de instalações, observa-se que as abordagens incluem cada vez mais fatores de decisão relevantes tornando os modelos mais realistas (HAASE et al., 2019). Ademais, Güneş et al. (2019) evidencia que o tema tratado receberá ainda mais atenção nas próximas décadas, em virtude do envelhecimento da população, fato este que indica a crescente demanda da população por uma gestão de recursos no setor de saúde cada vez mais eficiente.

## **2.4 Localização de instalações aplicada a COVID-19**

Devido a novidade do tema discutido, até o momento não foram encontradas pesquisas sobre modelos de localização de instalações aplicados ao tratamento de pacientes com COVID-19. Todavia, ressalta-se a importância da aplicação da Pesquisa

Operacional para solucionar questões manifestadas em decorrência do surto, como modelos de otimização e simulação.

Yu et al. (2020) propuseram um projeto de uma rede de logística reversa epidêmica para lidar com resíduos médicos em Wuhan, baseado na formulação inteira mista multiobjetivo e multiperíodo. O modelo tem como objetivo gerenciar de modo eficaz o desperdício médico, o qual é acrescido de modo exponencial durante um período de surto. Os resultados encontrados sugerem a instalação de incineradores temporários e enfatizam que a seleção de local deles apresenta importância significativa.

Mehrotra et al. (2020) desenvolveram um modelo de otimização estocástica para alocar estoque de ventiladores para tratamento de pacientes com COVID-19 em diversos estados dos Estados Unidos, comparando as quantidades de ventiladores disponibilizadas a pacientes com e sem COVID-19 e possibilitando ao tomador de decisão conhecer quais cenários será possível atender ou não as necessidades dos pacientes. Çetin et al. (2020), inspirados no problema de atribuição de alvos de armas, elaboraram dois modelos de otimização cuja finalidade é maximizar a proteção total contra-ataques de epidemia, pandemia ou bioterrorismo. A aplicação em dados reais estabelece um protocolo individual e em massa para garantir a proteção do indivíduo ou de uma comunidade a partir do uso de intervenções farmacêuticas e não-farmacêuticas.

Currie et al. (2020) apresentaram a importância da modelagem, mais especificamente a simulação, no auxílio a tomada de decisão em busca da melhor estratégia para minimizar os efeitos provocados pela pandemia de COVID-19, além de apontar a sua adoção por diversos governos nacionais e até a OMS. Wood (2020) destacou o adiamento de tratamentos eletivos a fim de tratar as demandas relacionadas a COVID-19, propondo, por meio simulação, uma previsão de aumento dos tempos de espera e mensurando, também, o esforço necessário para retornar aos níveis de desempenho existentes antes da pandemia.

### **3**

## **Procedimentos Metodológicos**

Este capítulo aborda os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa, percorrendo a respeito de sua classificação, as etapas percorridas na sua elaboração e os métodos empregados.

### **3.1**

#### **Classificação da pesquisa**

A pesquisa é de natureza aplicada, caracterizando-se por ter uma abordagem quantitativa e qualitativa, uma vez que emprega ambos os métodos para atingir seu propósito (CAUCHICK MIGUEL, 2007).

Quanto ao objetivo, a presente pesquisa pode ser classificada como descritiva e explicativa (GIL, 2008), visto que procura descrever e analisar o comportamento da pandemia de COVID-19 no estado do Rio de Janeiro, buscando evidências que esclareçam os fatores que contribuem para a assistência à população e, em seguida, oportunidades de melhoria e uma proposição de solução para o problema.

Por fim, o procedimento técnico para a confecção desta pesquisa é a modelagem estatística e em programação matemática, a qual objetiva compreender como um sistema funciona (BERTRAND; FRANSOO, 2002).

### **3.2**

#### **Etapas da pesquisa**

A pesquisa sucedeu-se em sete etapas. Inicialmente, precisou-se compreender como a rede de atenção deve funcionar em meio a uma pandemia e, paralelamente, coletar dados secundários e informações do banco de dados do SUS e do repositório de dados de acesso aberto tanto do MS quanto da SESRJ. Esses dados precisaram ser manipulados e tratados antes de iniciar as análises. Assim, foi possível realizar a quarta etapa, ou seja, a análise descritiva e estatística do problema. Em seguida, elaborou-se

o modelo de predição de casos de COVID-19. Então, chegou-se na estimativa de necessidade de recursos.

Isto posto, foi realizada a seleção dos modelos matemáticos, seguida da construção da modelagem. Por fim, foram feitas as análises e discussões dos resultados.

A Figura 7 expõe as macro atividades realizadas em cada etapa citada anteriormente.

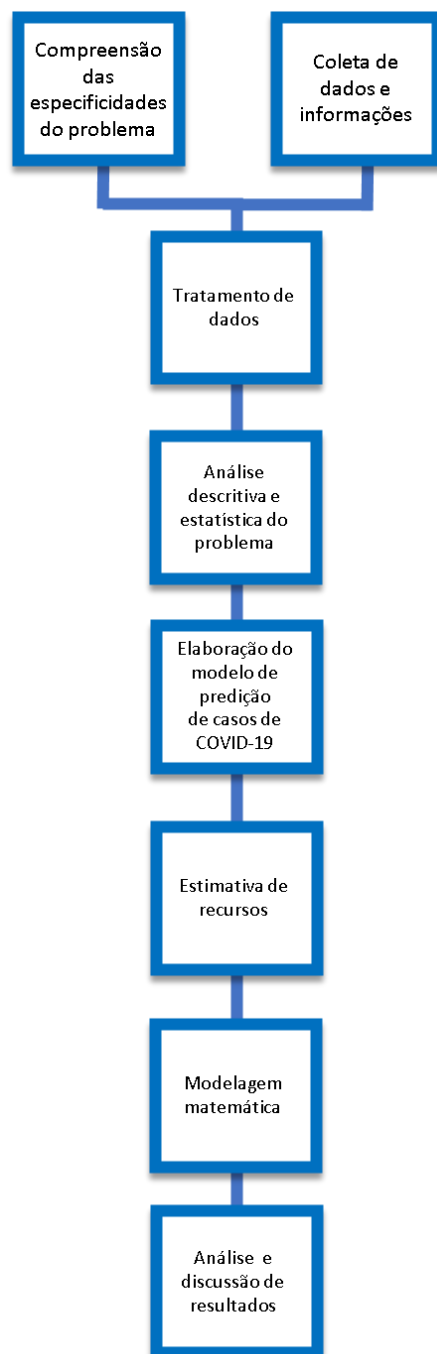


Figura 7 - Etapas da pesquisa.

Fonte: Elaboração própria.

### 3.2.1

#### **Compreensão das especificidades do problema**

Nesta etapa, foram realizadas entrevistas com especialistas para entender o funcionamento da rede de atenção, buscas na literatura objetivando o entendimento da transmissibilidade da doença e estratégias de contenção do surto e, também, consultas a normativos referenciais do MS e da SESRJ, além de seus painéis de dados sobre a COVID-19.

### 3.2.2

#### **Coleta e tratamento de dados e informações**

A principal fonte de consulta para esta pesquisa foi o DATASUS, órgão do MS, essencial para o setor de saúde brasileiro. Nele constam informações sobre eventos em internação hospitalar, atendimento ambulatorial, procedimentos de alta complexidade, imunização, óbitos, nascimentos, vigilância em saúde, entre outros (LIMA, 2016).

Para elaborar esta pesquisa, foi necessário obter as seguintes informações para o Estado do Rio de Janeiro: histórico do número de casos da doença, total de pacientes hospitalizados, panorama de leitos e respiradores disponibilizados e padrão de hospitais de campanha empregados pela SESRJ.

As informações referentes à transmissibilidade da doença advieram de comunicações oficiais divulgadas pelo MS e compiladas em (COTA, 2020), onde constam os números de casos confirmados e óbitos notificados por COVID-19.

Os dados relacionados às internações e uso de recursos foram obtidos por meio das notificações de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG). Essas notificações estão presentes no Sistema de Informação da Vigilância Epidemiológica da Gripe (SIVEP-Gripe), o qual apresenta uma extensa base de dados cujo objetivo principal é monitorar os casos de SRAG e encontram-se disponíveis no repositório OpenDataSUS (MS, 2020c).

Os tipos de hospitais adotados pela SESRJ com seus respectivos portes e custos foram obtidos através do contrato firmado com a empresa de prestação do serviço (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2020). Além disso, devido à falta de divulgação do planejamento de inauguração dos hospitais de campanha, fez-se necessário a consulta de notícias divulgadas pela mídia sobre as datas de abertura

previstas e efetivas, bem como as quantidades de leitos a serem disponibilizados por tipo e taxas de ocupação.

Os dados precisaram ser tratados para posterior manipulação, sendo elaborados os seguintes estágios: decodificação, categorização e agrupamento. Para verificar o comportamento da doença e disponibilidade de recursos na região estudada, utilizou-se de filtros, para cada base de dados, buscando identificar o total de notificações, casos com necessidade de internação, tratamento realizado e desfecho.

### 3.2.3

#### **Análise descritiva e estatística do problema**

A partir das informações obtidas do MS, foi possível analisar as seguintes situações e seus marcos temporais: notificações de casos confirmados de COVID-19, internações em leitos de enfermaria ou de UTI, e desfecho do caso, entendido como alta ou óbito.

#### 3.2.3.1

##### **Análise epidemiológica**

Buscando identificar características epidemiológicas deste perfil de paciente, efetuaram-se cálculo e análise dos indicadores de incidência e de mortalidade. Eles são fontes de informação para verificar o comportamento da doença e realizar análises comparativas da disseminação da doença entre diferentes regiões.

A incidência indica a quantidade de novos casos de uma doença que ocorreram em determinada população presente em uma área geográfica. Já a mortalidade é calculada a partir do quantitativo de óbitos de uma mesma causa em uma dada população existente em uma região.

Os métodos estatísticos empregados nesse trabalho foram:

- Distribuição percentual:

Frequência relativa do total de novos eventos (incidência ou mortalidade) com relação ao total de casos.

- Taxa bruta:

Total de eventos sobre uma população de referência em determinado período.

Vale ressaltar que todas as taxas brutas foram multiplicadas por 100.000 para se tornar possível uma análise comparativa entre as diferentes regiões estudadas.

#### 3.2.4

##### **Previsão dos casos confirmados de COVID-19**

A previsão do número de casos confirmados de COVID-19 foi realizada usando os seguintes métodos de previsão de séries temporais: suavização exponencial (do inglês, *Exponential Smoothing* - ETS) e modelos ARIMA.

Os dados foram separados em conjuntos de treinamento e de teste na proporção de 70:30, respectivamente. Depois de treinar os modelos, eles foram usados na estimação do número de novos casos confirmados diários no conjunto teste.

As previsões dos diferentes modelos foram avaliadas pela métrica de erro percentual absoluto médio (MAPE). A fórmula matemática do MAPE está representada na equação (3.2).

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|(y_t - \hat{y}_t)|}{y_t}}{n} \quad (3.1)$$

Onde:

$y_t$ : Valor observado

$\hat{y}_t$ : Previsão

$t$ : Período (dia) do dado

$n$ : Número de total de observações

O cálculo do MAPE compreende a razão do desvio da previsão (valor observado – valor previsto) pelo valor observado, obtendo-se um desvio percentual. Realiza-se esta operação para todas as observações da série e, ao fim, calcula-se a média dos desvios percentuais.

Desse modo, escolheu-se o modelo para realizar a previsão dos novos casos 30 dias a frente de acordo com a melhor performance obtida no MAPE, isto é, entre o modelo ETS e o modelo ARIMA selecionou-se aquele modelo que apresentou o menor valor para a métrica.

## 3.2.4.1

**Método linear de Holt com erro aditivo**

O método linear de Holt, extensão do método de suavização exponencial simples, é caracterizado por fornecer uma tendência constante que pode aumentar ou diminuir indefinidamente ao longo do tempo (HOLT, 2004).

Tal método foi escolhido por ser adequado a previsão de dados que apresentem um padrão de tendência claro. Nesse caso, tendência de crescimento. As expressões gerais deste método são encontradas a seguir:

$$\text{Nível: } L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (3.2)$$

$$\text{Tendência: } T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (3.3)$$

$$\text{Previsão: } \hat{Y}_{t+h|t} = L_t + hT_t \quad (3.4)$$

Onde:

$L_t$ : nível estimado no tempo t

$Y_t$ : valor observado em t

$T_t$ : é a tendência estimada (inclinação) no tempo t

$\alpha$ : parâmetro de suavização para o nível ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$\beta$ : parâmetro de suavização para a tendência ( $0 \leq \beta \leq 1$ )

$\hat{Y}_{t+h|t}$ : previsão h passos à frente

## 3.2.4.2

**Modelo ARIMA**

O modelo ARIMA (do inglês, *Autoregressive Integrated Moving Average*), desenvolvido por Box e Jenkins em 1975 (BOX et al., 2015) apresenta uma metodologia a qual segue quatro etapas: identificação, que seleciona um modelo para tratar a série em questão; estimação, para determinar os parâmetros do modelo escolhido; verificação do modelo, onde é apurado, por meio de estatística e análise de resíduos, se o modelo elegido é adequado; e previsão dos valores futuros da série. Destaca-se que essa metodologia é iterativa e, uma vez que o modelo escolhido não seja satisfatório, reinicia-se a partir da etapa inicial.

O modelo ARIMA (p, d, q) apresenta como fórmula geral a equação (3.4).



$$\varphi(B)Z_t = \phi(B) \nabla^d Z_t = \theta_0 + \theta(B)a_t \quad (3.5)$$

Onde:

t: tempo

$\varphi(B)$ : operador autorregressivo generalizado

$Z_t$ : série temporal

$\phi(B)$ : operador autorregressivo, ou seja,  $\phi(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$

$\nabla$ : operador de diferença, definido como  $\nabla^d Z_t = Z_t - Z_{t-1}$

$\theta(B)$ : operador de médias-móveis, isto é,  $\theta(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$

$a_t$ : erro aleatório, conhecido também como ruído branco

A estatística utilizada para a seleção do melhor modelo ARIMA(p, d, q) foi o critério de informação de Akaike (do inglês, *Akaike's information criterion* - AIC) por se tratar de um bom indicativo para a seleção de modelos não-lineares (COLLETT, 2003).

$$AIC = -2 \log(L) + 2(p + q + P + Q + k) \quad (3.6)$$

Onde:

$$k = \begin{cases} 1, & \text{se } \phi \neq 0 \\ 0, & \text{se não} \end{cases}$$

$L$ : é a probabilidade máxima do modelo ajustado

$P$  e  $Q$ : são considerados zero para séries não-sazonais

### 3.2.5

#### **Estimativa de recursos**

A partir do total de casos previstos, estima-se a proporção de novos pacientes com SRAG que necessitarão de leitos de UTI, leitos de enfermaria e Ventilação Mecânica Invasiva (VMI).

Para isso, é necessário avaliar o histórico de hospitalizações realizadas nos hospitais públicos, entendidos aqui como hospitais de administração pública abertos para atendimento pelo SUS conforme registro no CNES. Essas informações de internações foram obtidas por meio das notificações SRAG.

Vale destacar que se assumiu que essas internações possuem equivalência de uso de recurso com os casos da COVID-19, dado que ambos os casos concorrem pelo mesmo recurso.

Em seguida, selecionou-se todos os casos de internações com desfecho até o final do mês de abril e calculou-se a média de tempo de permanência de todos os casos. O percentual de internações de casos de internação por dia é estimado considerando as seguintes informações: tempo de permanência esperado; projeção de novos casos diários confirmados da doença; e total de hospitalizados em terapia intensiva, enfermaria ou em uso de suporte ventilatório.

Destaca-se que para a estimativa de leitos de UTI considerou-se além dos pacientes internados em UTI, aqueles que utilizaram de suporte ventilatório invasivo fora da terapia intensiva, já que não houve leitos suficientes para atender toda a demanda por internações em UTI (GOULART, 2020). Analogamente, o total de demanda de VMI estimada é resultado da estimação de paciente em suporte ventilatório dentro da UTI acrescida da estimação de pacientes que utilizaram VMI fora da UTI.

Logo depois, compara-se os resultados obtidos na estimativa com as internações que de fato aconteceram por meio da métrica de erro percentual.

### 3.2.6

#### **Modelagem matemática**

Uma vez conhecidos o funcionamento da rede e como é feita geração de informações, iniciou-se a escolha do modelo de localização ideal para propor uma nova estruturação no atendimento aos casos de internação notificados como SRAG.

A escolha do modelo *set-covering* é resultado de uma seleção de modelos desenvolvidos por outros pesquisadores, com aplicações na área da saúde, que apresentam grande relevância para a área. Sua construção considerou restrições referentes ao atendimento da demanda e premissas estabelecidas e pelas políticas de atenção à saúde especificadas pelo MS.

O objetivo do modelo é localizar hospitais de campanha que ofereçam três diferentes tipos de recursos: leitos de enfermaria, leitos de UTI e ventiladores mecânicos para o tratamento de pacientes com SRAG, de modo que atendam a demanda por hospitais públicos de todo o estado do Rio de Janeiro.

Destaca-se que o objetivo da pesquisa é tornar os hospitais de campanha referência no enfrentamento da doença. Uma vez que o cenário anterior à pandemia era de altas taxas de ocupação de leitos, escolheu-se considerar a capacidade atual não disponível para esse perfil de paciente.

### 3.2.7

#### **Análise e discussão dos resultados**

Concluiu-se a pesquisa analisando os resultados obtidos e discutindo como seria sua implantação. Para mais, o cenário proposto foi contraposto com o planejamento da SESRJ e sua real implementação.

## 4

### **Demanda de Recursos**

O presente capítulo retrata a necessidade de recursos demanda por pacientes com SRAG. Inicia-se pela descrição do problema, onde é contextualizado o tratamento dos pacientes e a necessidade de instalação de hospitais de campanha. Em seguida, apresenta-se a projeção dos novos casos de COVID-19. Por fim, aborda-se a estimativa para a demanda de internações em UTI, em enfermaria e de uso de Ventilação Mecânica Invasiva (VMI).

#### **4.1**

##### **Descrição do Problema**

Noronha et al. (2020) afirmaram que conforme o coronavírus se propagasse, automaticamente aumentaria a demanda pelo Sistema Único de Saúde (SUS), e os pacientes deixariam de ser apenas aqueles de classes média e alta, os quais acessam o sistema privado. A Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS) registrou em abril de 2020 que apenas 24,3% da população brasileira possuía plano de saúde (ANS, 2020). Ainda assim, salienta-se que mesmo aqueles que contratam planos de saúde podem vir a usufruir dos serviços disponibilizados pelo SUS, em especial no atendimento em alta complexidade quando não se encontra na cobertura do plano (MEDICI, 2010; SALAZAR et al., 2003). Portanto, espera-se um aumento de demanda do sistema público considerável, para a maioria da população.

O SUS já enfrenta há alguns anos um cenário de altas taxas de ocupações de leitos de terapia intensiva, decorrente de uma capacidade inferior àquela necessitada pela população (ARAUJO et al., 2013). Em março de 2020, as UTIs de adultos do SUS já estava com uma taxa de ocupação acima de 95% (AMIB, 2020).

Segundo os dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), no mês de fevereiro de 2020, antes do primeiro caso de COVID-19, o Estado do Rio de Janeiro comportava um total de 14.926 leitos públicos adultos (excluindo leitos obstétricos e psiquiátricos), sendo 13.505 leitos de enfermaria e 1.521 leitos de

Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Como mencionado anteriormente, parte desses leitos já estava comprometida com internação de pacientes com outras enfermidades.

Além do exposto acima, outra questão que ocorre é a distribuição desigual de leitos públicos no Estado do Rio de Janeiro em relação às regiões de saúde. A Figura 8 mostra o número de leitos públicos em cada região de saúde, em fevereiro de 2020, estando nítida a concentração na região de saúde Metropolitana I.

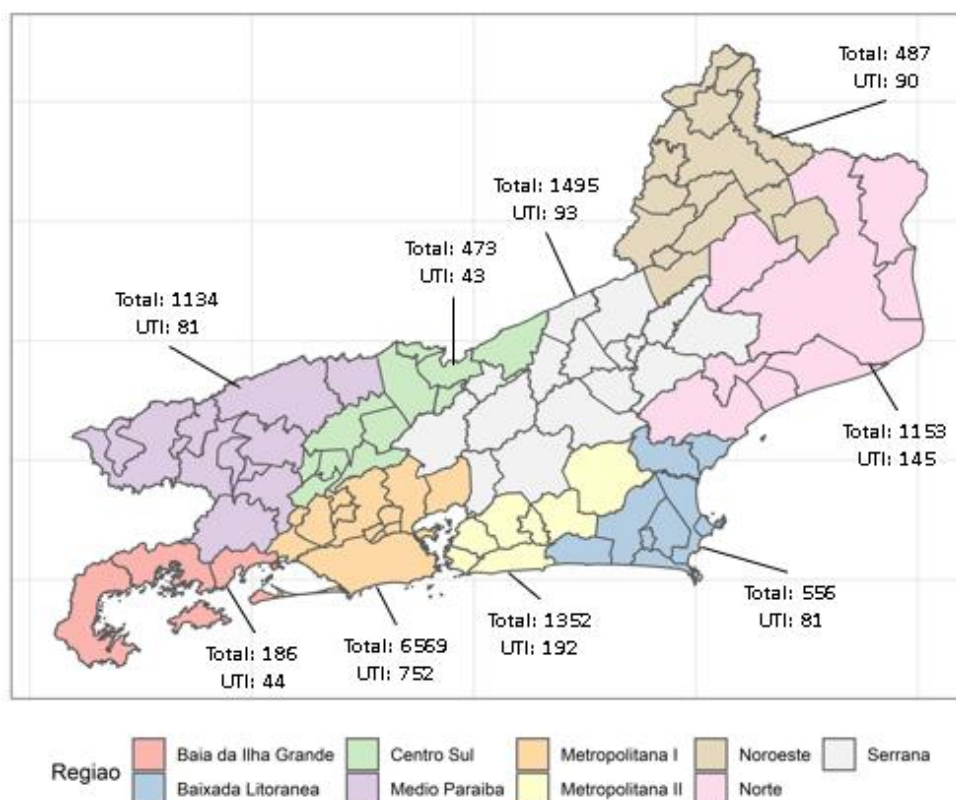


Figura 8 - Leitos SUS no Estado do Rio de Janeiro por região de saúde.  
Fonte: CNES – fevereiro de 2020.

Frente a esse cenário de limitação de recursos para tratar pacientes com COVID-19, o Estado do RJ passou a enfrentar a disseminação da doença no início do mês de Março. Contudo, ela se apresentou de modo diferente ao longo das regiões de saúde.

Na Tabela 1 pode-se observar a taxa de incidência a cada 100 mil habitantes no final dos meses de março e abril.

Tabela 1- Taxa de incidência de COVID-19 por 100 mil habitantes no Estado do RJ

Região de Saúde	30/03/2020	30/04/2020
Baía da Ilha Grande	0,07	2,09
Baixada Litorânea	0,02	2,48
Centro-Sul	0,03	2,35
Médio Paraíba	0,16	3,89
Metropolitana I	0,54	7,11

Metropolitana II	0,28	4,31
Noroeste	0,00	0,63
Norte	0,01	1,41
Serrana	0,06	2,25

Os primeiros casos de COVID-19 no Estado do RJ surgiram nas regiões de saúde Metropolitana I e Metropolitana II e ao final do mês de abril essas regiões foram as que apresentaram maiores taxas de incidência. Todavia, verifica-se que a doença passou a se disseminar por outras regiões, tendo casos em todas as regiões de saúde no final do mês de abril.

Ao mesmo tempo em que a doença se espalhava pelo Estado, o número de óbitos em razão dela começou a crescer. A Tabela 2 expõe esses números por meio do cálculo da taxa de mortalidade a cada 100 mil habitantes por região de saúde.

Tabela 2- Taxa de mortalidade por COVID-19 por 100 mil habitantes no Estado do RJ

Região de Saúde	30/03/2020	30/04/2020
Baia da Ilha Grande	0,00	0,10
Baixada Litorânea	0,00	0,23
Centro-Sul	0,03	0,18
Médio Paraíba	0,01	0,21
Metropolitana I	0,01	0,67
Metropolitana II	0,01	0,35
Noroeste	0,00	0,03
Norte	0,00	0,13
Serrana	0,01	0,19

Embora a doença já estivesse presente em todas as regiões de saúde do Estado, constata-se que ao final do mês de Março ela não havia provocado óbitos em todas as localidades. No entanto, tal situação não se manteve por muito tempo, dado que é possível perceber que ao final de abril a COVID-19 já havia originado óbitos em todas as regiões de saúde. Porém, ainda apresentava um maior número de falecimentos nas regiões Metropolitana I e Metropolitana II, semelhante ao observado para número de casos confirmados.

Destaca-se ainda a contrariedade existente em relação às recomendações do MS e às afirmações de estudos sobre o tratamento de pacientes com casos leves da doença. Segundo recomendações do MS, no início da pandemia, esse perfil de paciente deveria procurar a rede de Atenção Primária de Saúde onde seria instruído a ficar em isolamento domiciliar, sendo encaminhado para a rede hospitalar apenas em caso de

agravamento (MS, 2020d, 2020e). Contudo, Zhang et al. (2020) afirmam que essa enfermidade apresenta um histórico de complicações ocorrendo de modo repentino, portanto mesmo os casos leves precisam de constante monitoramento. Ademais, tal prática foi abortada a partir do mês de Junho, sendo recomendada à Atenção Primária o monitoramento da evolução clínica do quadro de todos os pacientes com casos leves (MS, 2020f).

Desse modo, fez-se necessário um planejamento adequado de recursos hospitalares para o combate à doença em cada região de saúde do Estado. Tal planejamento requer a definição da quantidade e do porte dos hospitais necessários para atender demanda do local e o total de recursos - leitos de UTI, leitos de enfermaria e respiradores - a serem alocados nas unidades de saúde.

#### **4.2 Projeção dos novos casos de COVID-19**

No primeiro momento, foi feita uma previsão dos casos confirmados da COVID-19 para o Estado do Rio de Janeiro para o período de 02/05/2020 até 31/05/2020, a partir dos dados históricos disponibilizados em Cota (2020).

Conforme apresentado na seção 3.2.4 do capítulo de procedimentos metodológicos, foram testados dois modelos de séries temporais para prever os novos casos de COVID-19: o modelo de suavização exponencial (do inglês, ETS) e o modelo ARIMA.

O modelo de suavização escolhido foi o ETS(A,A,N). Ele apresenta os seguintes componentes: erro aditivo, tendência aditiva e sem sazonalidade. Já o modelo ARIMA selecionado, segundo a métrica AIC, foi o ARIMA(0,1,1)

A previsão elaborada utilizando os dois modelos para os dias do subconjunto de dados teste pode ser observada a seguir na Figura 9.

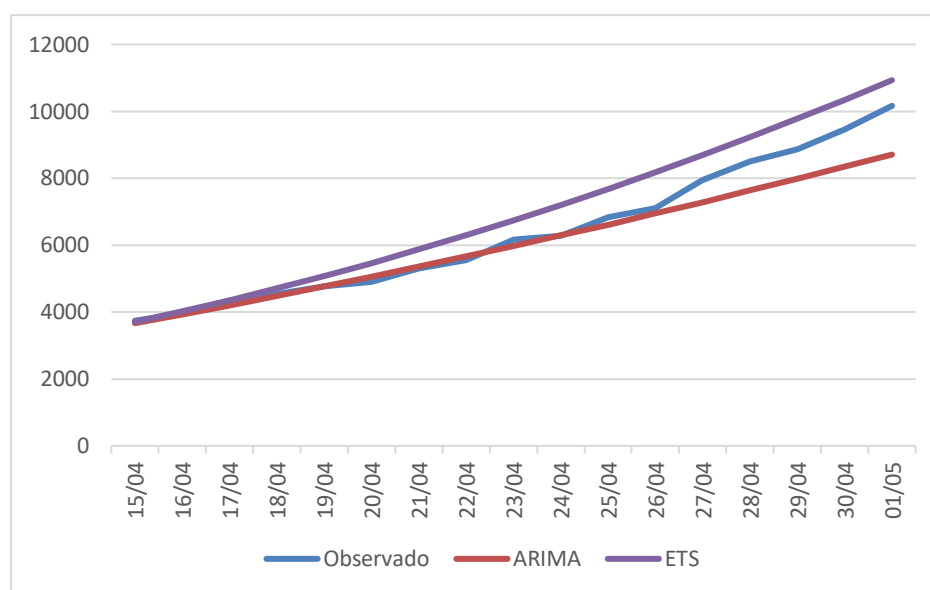


Figura 9 – Comparação dos modelos ARIMA e ETS para o período teste

Fonte: Elaboração própria

Nota-se que o modelo ARIMA obteve melhor performance frente ao modelo ETS, se aproximando mais dos valores observados no período teste. O MAPE encontrado para o modelo ARIMA foi de 4,5%, enquanto para o modelo ETS o valor da métrica foi de 8,6%.

Portanto, escolheu-se o modelo ARIMA(0,1,1) para realizar a previsão 30 dias à frente (Figura 10).



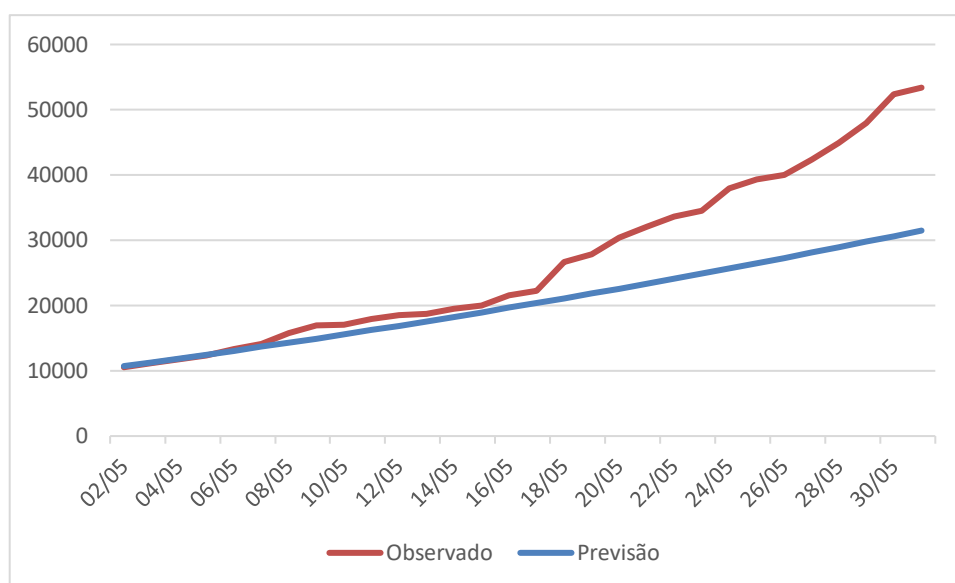


Figura 10 – Previsão de casos cumulados de COVID-19 no Estado do Rio de Janeiro em maio

Fonte: Elaboração própria

O MAPE encontrado foi de 18%. Destaca-se que o aumento do erro percentual no final do horizonte de previsão é explicado em razão do aumento da incerteza presente no longo período analisado e da própria dinâmica da doença.

Em razão da dificuldade de compreensão do comportamento da doença em cada município, causado pela ausência de histórico na maioria das localidades – o Estado possui 92 municípios, 82 desses já haviam reportado casos, porém somente 17 deles já apresentavam mais de 50 casos acumulados em 01/05/2020 – e inexistência de casos confirmados de COVID-19 em nove deles, optou-se por projetar o número de casos para o Estado.

Dessa forma, para os novos casos por município considerou-se a proporção da projeção encontrada para o Estado (Apêndice II). Para aqueles municípios que ainda não haviam notificado casos confirmados de COVID-19, considerou-se o menor valor reportado entre os municípios de sua região de saúde.

### 4.3

#### Estimativa da necessidade de recursos

De acordo com o painel de leitos do MS (2020g), o qual foi divulgado apenas no mês de julho, em abril havia 72 UTIs públicas com leitos adultos habilitados para

COVID-19, sendo 30 leitos na região de saúde Médio Paraíba e 10 leitos na Metropolitana II.

A Figura 11 exibe as etapas percorridas para estimar o total de internações em hospitais públicos, sejam em leitos de UTI ou de enfermaria, e uso de VMI no Estado do RJ.

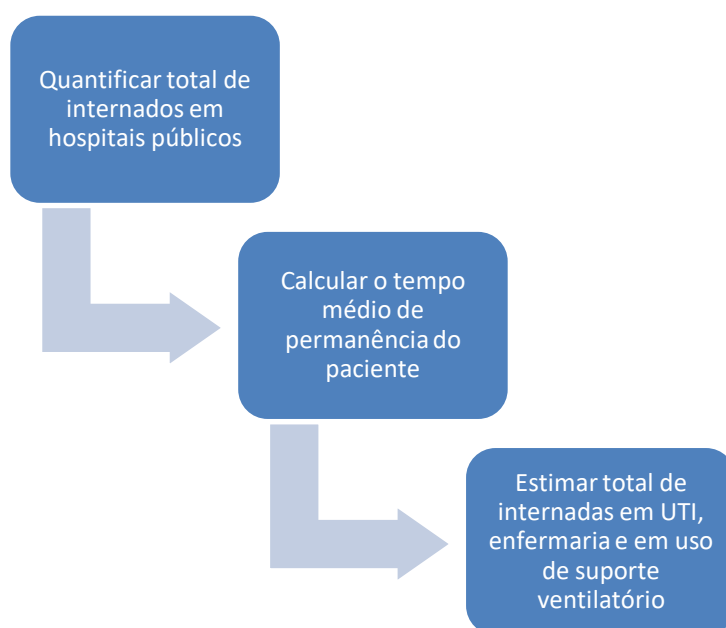


Figura 11 – Etapas da estimativa de recursos  
Fonte: Elaboração própria.

#### 4.3.1

##### **Total de internados em hospitais públicos**

A estimativa dos recursos iniciou-se pela seleção das notificações SRAG em hospitais públicos, entendidos aqui como hospitais de administração pública abertos para atendimento pelo SUS conforme registro no CNES.

Os critérios de classificação adotados foram validados por especialistas na área e podem ser consultados no Apêndice III do documento.

#### 4.3.2

##### **Tempo médio de permanência**

Com base nas 4543 internações com notificações SRAG realizadas no ano de 2020 e com data de entrada até o dia 30/04/2020, elaborou-se a separação dessas hospitalizações segundo o tipo de leito. A Figura 12 mostra os filtros realizados na

base de dados para identificar o volume de pacientes internados em UTI e em enfermaria até 30/04/2020.

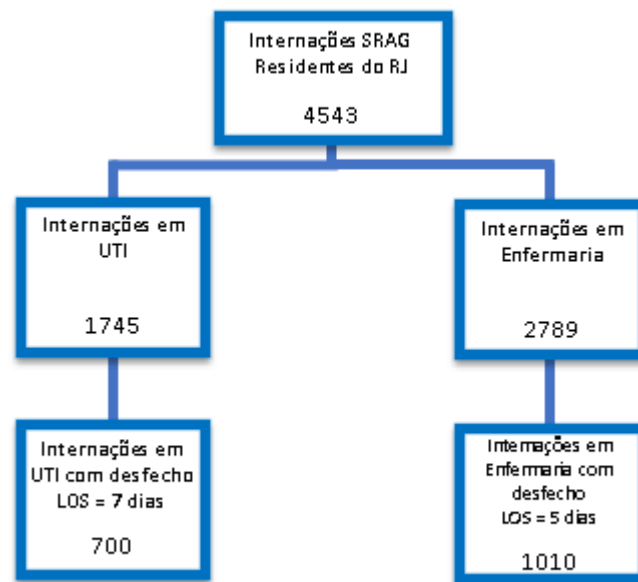


Figura 12 – Internações SRAG até 30/04/2020  
Fonte: Elaboração própria.

Percebe-se que 700 internações em UTI tiveram desfecho durante o período analisado e essas apresentaram um tempo médio de permanência de sete dias. Da mesma forma, para as internações em leitos de enfermaria descobriu-se que 1010 tiveram desfecho no intervalo de tempo estudado com uma média de permanência no leito de cinco dias.

De forma análoga, separou-se as hospitalizações que realizaram uso de suporte ventilatório invasivo. A Figura 13 exibe o total de pacientes em VMI que se encontravam na UTI ou fora dela que utilizaram o dispositivo respiratório.

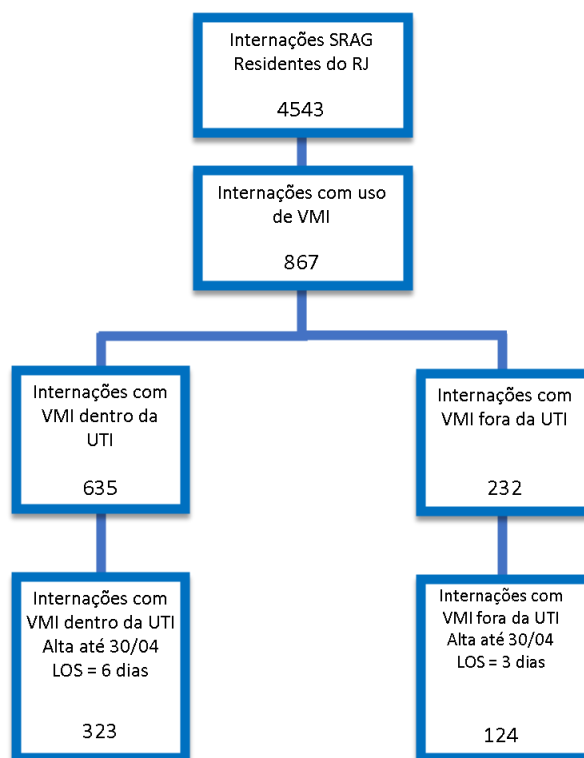


Figura 13 – Internações SRAG até 30/04/2020

Fonte: Elaboração própria.

Identifica-se que das internações com desfecho até 30/04/2020, 323 dos pacientes utilizaram VMI durante a sua internação na UTI e 124 fizeram uso do recurso fora da terapia intensiva. Os tempos médios de internações encontrados foram de seis e três dias, respectivamente.

#### 4.3.3

##### **Estimativa do total de internados em UTI, em enfermaria e em uso de suporte ventilatório**

A partir dos tempos médios de permanência obtidos pelo histórico de internações notificadas como SRAG, foi possível estimar o total de pacientes utilizando cada um dos recursos analisados por dia.

A estimativa de casos de internação por dia é resultado das informações de tempo de permanência esperado, da projeção de novos casos diários confirmados da doença e do número de hospitalizados em terapia intensiva, enfermaria ou em uso de suporte ventilatório. A Figura 14 apresenta um exemplo numérico dos resultados da estimação, que apresenta a quantidade de internações esperadas entre os dias 06/março e 15/março.

Percentual de internação		15%																		
Dia	Novos casos	Internações	06/mar	07/mar	08/mar	09/mar	10/mar	11/mar	12/mar	13/mar	14/mar	15/mar	16/mar	17/mar	18/mar	19/mar	20/mar	21/mar	22/mar	
06/mar	10	2		2		2	2	2	2	2	2									
07/mar	20	3			3	3	3	3	3	3	3	3								
08/mar	30	5				5	5	5	5	5	5	5	5							
09/mar	10	2					2	2	2	2	2	2	2	2						
10/mar	15	2						2	2	2	2	2	2	2	2					
11/mar	18	3							3	3	3	3	3	3	3	3				
12/mar	30	5								5	5	5	5	5	5	5	5			
13/mar	50	8									8	8	8	8	8	8	8	8		
14/mar	30	5										5	5	5	5	5	5	5	5	
15/mar	20	3											3	3	3	3	3	3	3	
Soma do número de internações			2	5	10	12	14	17	22	30	35	36								
			Número internações reais em 15/03										36							

Figura 14 - Exemplo numérico da estimativa de internação em UTI

Fonte: Elaboração própria.

No exemplo, observa-se os novos casos a partir do dia 06/março e sabe-se que no dia 15/março o número real de internações em UTI é 36. Além disso, sabe-se que o tempo médio de internação de 9 dias (a partir dos dados de notificação SRAG). Com isso, é possível calcular qual seria o percentual de internações para que seja atingido um número similar a 36, que, no exemplo, foi de 15%.

Portanto, interpreta-se: para que se tenha 36 internações no dia 15/março, a taxa de internação média dos novos casos diários deveria ser de 15%, a partir de um tempo médio de internação de 9 dias.

Repete-se a estimativa de modo similar para cada um dos recursos, considerando os valores de tempo de permanência encontrados na etapa anterior.

Para a estimativa de leitos de UTI considerou-se além dos pacientes internados em UTI, aqueles que utilizaram de suporte ventilatório invasivo fora da terapia intensiva, já que não houve leitos suficientes para atender toda a demanda por internações em UTI (GOULART, 2020). De modo semelhante as internações em UTI, o total de demanda de VMI estimada é resultado da estimação de paciente em suporte ventilatório dentro da UTI acrescida da estimação de pacientes que utilizaram VMI fora da UTI.

Os resultados encontrados para a estimativa de leitos de UTI, uso VMI (dentro e fora da UTI) e leitos de enfermaria encontram-se nos Apêndices IV, V, VI e VII, respectivamente.

#### 4.4

##### Resultados da estimativa de recursos

A partir da projeção de novos casos confirmados de COVID-19 para o Estado do RJ, calculou-se a demanda por leitos de UTI, leitos de enfermaria e ventiladores mecânicos a cada dia no Estado.

## 4.4.1

**Internações em UTI no Estado do Rio de Janeiro**

A Figura 15 apresenta o total de internações em UTI estimada para o período de 02/05/2020 até 31/05/2020 no Estado do Rio de Janeiro.

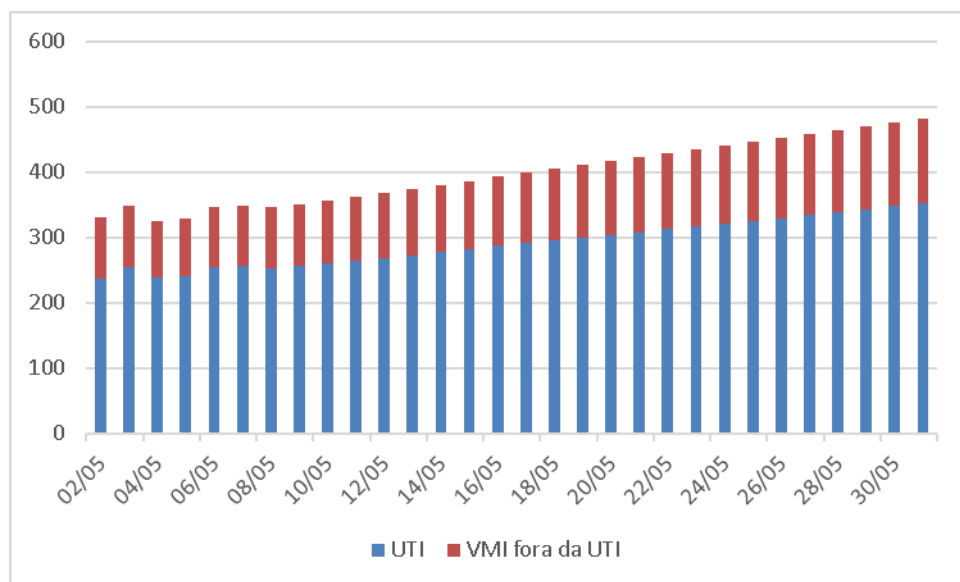


Figura 15 – Demanda estimada de internações em UTI  
Fonte: Elaboração própria.

A Figura 16 compara o que foi estimado de internações em UTI no Estado do Rio de Janeiro para o período de 02/05/2020 até 31/05/2020.

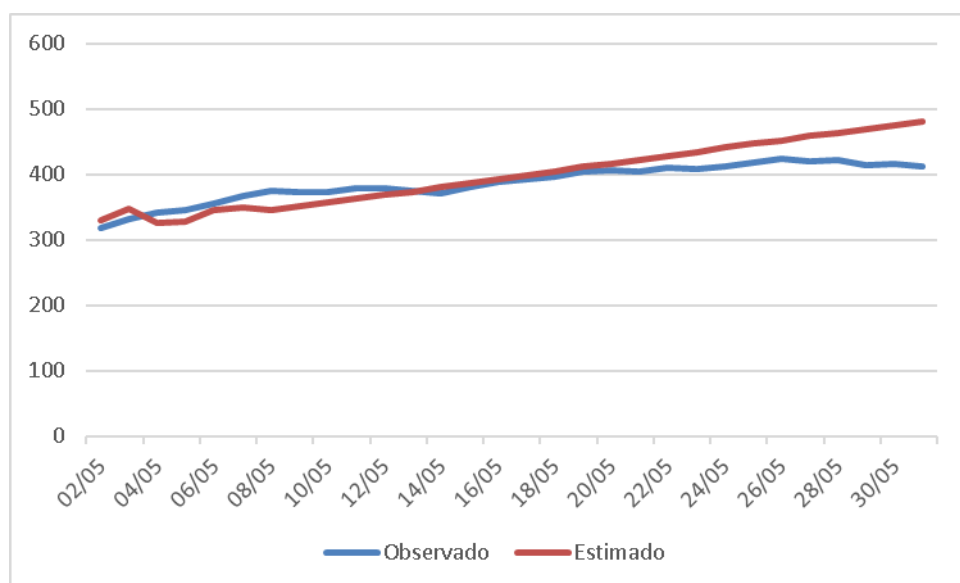


Figura 16 – Comparação entre os resultados estimados e observados para Internações em leitos de UTI no mês de maio

Fonte: Elaboração própria.

O MAPE encontrado foi de 5,5%, com uma estimacão máxima de 482 pacientes internados em UTI simultaneamente. Ademais, a demanda de leitos de UTI distribuída por município pode ser encontrada no Apêndice VIII.

#### 4.4.2

#### Uso de Ventila o Mecânica Invasiva no Estado do RJ

A demanda estimada de VMI para o período de 02/05 até 31/05 pode ser observada na Figura 17.

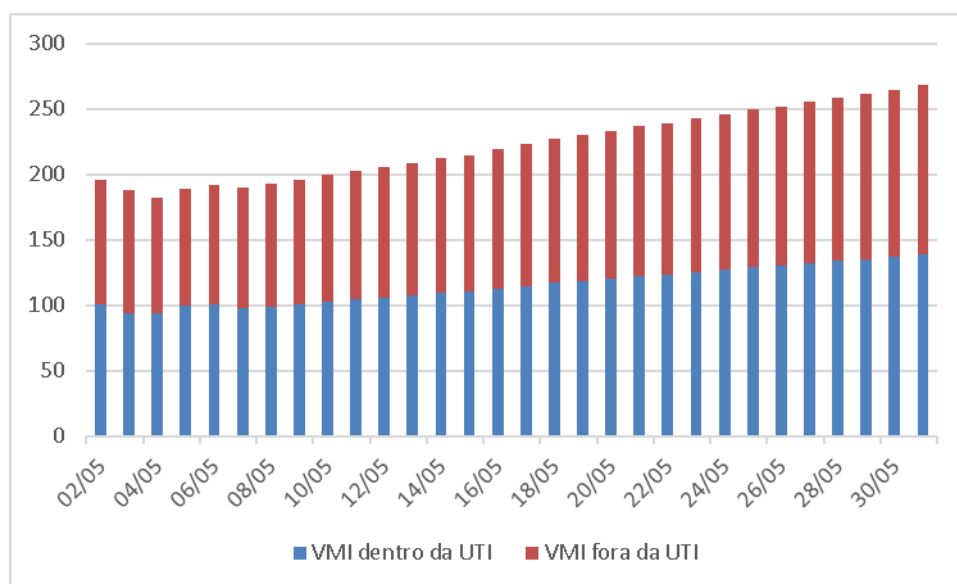


Figura 17 – Demanda estimada de uso de VMI

Fonte: Elabora o própria.

A Figura 18 exibe os valores observados e estimados de pacientes em uso de VMI independentemente do tipo de leito de internac o.

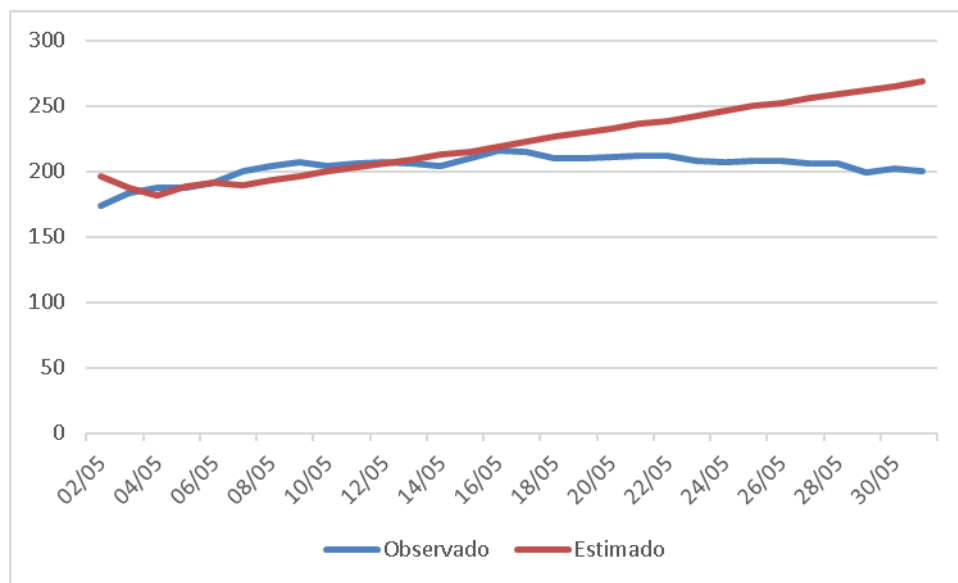


Figura 18 - Comparação entre os resultados estimados e observados para uso de VMI em maio  
Fonte: Elaboração própria.

O MAPE encontrado foi de 10,9% com um valor máximo estimado de 269 pacientes em VMI conjuntamente. A demanda por uso de VMI distribuída por municípios do Estado do RJ está localizada no Apêndice IX deste documento.

#### 4.4.3

#### **Internações em enfermaria no Estado do RJ**

A estimativa de demanda de internações em leitos de enfermaria pode ser observada a seguir na Figura 19.



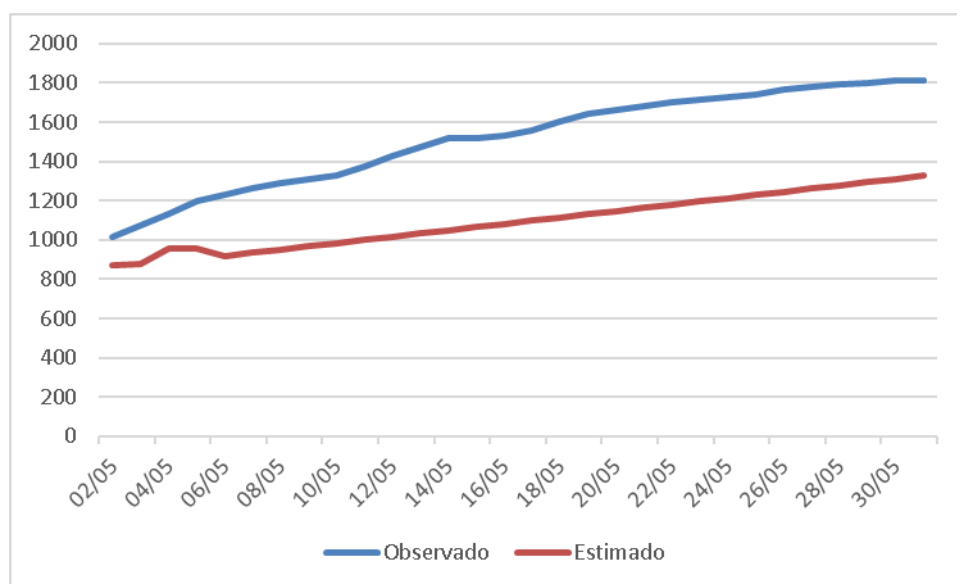


Figura 19 - Comparação entre os resultados estimados e observados para internações em leitos de enfermaria no mês de maio  
Fonte: Elaboração própria.

O MAPE encontrado foi de 20,1%, com um total máximo de 1425 pacientes internados em enfermaria. A demanda de leitos de enfermaria disposta por município pode ser encontrada no Apêndice X.

Sendo assim, conclui-se que de acordo com a estimativa proposta serão necessários um total de 482 leitos de UTI, 1328 leitos de enfermaria e 269 ventiladores mecânicos invasivos. A partir dessa projeção, calculou-se a distribuição proporcional pelos municípios chegando a uma estimativa da necessidade de recursos – leitos de UTI, de enfermaria e VMI – para cada localidade (Apêndices VIII, IX, e X, respectivamente), os quais serão considerados como a demanda do modelo de otimização.

#### 4.5

##### Comparação da estimativa com a real utilização dos recursos

A partir dos resultados uso de recursos estimados, elaborou-se a comparação entre eles e a efetiva utilização dos mesmos durante o período. Para isso, consultou-se o histórico de hospitalizações notificadas como SRAG.

## 4.5.1

**Internações em UTI no Estado do RJ**

A Tabela 3 apresenta o máximo de internações de SRAG observadas segundo o local de residência do paciente e a ocupação máxima estimada, sendo todos categorizados por região de saúde.

Tabela 3 – Comparação das internações de SRAG em UTI por região de saúde

<b>Região de Saúde</b>	<b>Máximo de internações SRAG em UTI</b>	<b>Máxima ocupação estimada em UTI</b>
Baia da Ilha Grande	1	2
Baixada Litorânea	33	12
Centro-Sul	8	3
Médio Paraíba	11	17
Metropolitana I	254	376
Metropolitana II	67	48
Noroeste	3	1
Norte	21	7
Serrana	26	11
<b>Total</b>	<b>424</b>	<b>477</b>

Constata-se que a demanda total máxima estimada de ocupação de leitos de UTI, foi de 403, indicando um erro percentual de 5% frente ao máximo de internações ocorridas no mês de maio.

## 4.5.2

**Demanda de uso de VMI no Estado do RJ**

Em seguida, confrontou-se a máxima utilização ocorrida de ventiladores mecânicos de pacientes com SRAG com a estimativa máxima elaborada para o mês de maio, agregando-as por região de saúde (Tabela 4).

Tabela 4 – Comparação do uso de VMIs por pacientes com SRAG por região de saúde

<b>Região de Saúde</b>	<b>Máximo de pacientes com SRAG em VMI</b>	<b>Máxima utilização estimada de VMI</b>
Baia da Ilha Grande	1	1
Baixada Litorânea	13	6
Centro-Sul	2	3
Médio Paraíba	4	10
Metropolitana I	134	208
Metropolitana II	37	27
Noroeste	0	0

Norte	8	3
Serrana	17	5
<b>Total</b>	<b>216</b>	<b>263</b>

Observa-se que foi proposta uma necessidade máxima de 214 VMIs para todo o Estado do RJ, representando um erro percentual de 1%.

#### 4.5.3

#### **Internações em enfermaria no Estado do RJ**

De forma análoga à seção anterior, elaborou-se a análise das internações em leitos de enfermaria. A Tabela 5 retrata o valor máximo de internações para o SRAG em leitos de enfermaria observadas e esperadas por região de saúde no mês de maio.

Tabela 5 – Comparação das internações de SRAG em leitos de enfermaria por região de saúde

<b>Região de Saúde</b>	<b>Máximo de internações SRAG em enfermaria</b>	<b>Máxima ocupação estimada em enfermaria</b>
Baia da Ilha Grande	10	8
Baixada Litorânea	100	31
Centro-Sul	16	13
Médio Paraíba	46	47
Metropolitana I	1315	1031
Metropolitana II	262	135
Noroeste	18	2
Norte	92	20
Serrana	56	29
<b>Total</b>	<b>1915</b>	<b>1316</b>

## 5

### Modelo Matemático

Esta seção apresenta o modelo matemático desenvolvido para localizar os hospitais de campanha no Estado do Rio de Janeiro e alocar os seguintes recursos: leitos de UTI, leitos de enfermaria e Ventiladores Mecânicos Invasivos (VMIs). Posteriormente, é exposta a aplicação do modelo, com os resultados encontrados para solucionar o problema. Por fim, mostra-se a comparação dos resultados encontrados com o que de fato ocorreu.

#### 5.1

##### Equacionamento

O objetivo do modelo matemático é minimizar a distância percorrida pelos pacientes e o custo de instalação do hospital de campanha. As decisões estão sujeitas a restrições relacionadas ao atendimento da demanda e à capacidade ofertada. A Tabela 6 apresenta os domínios associados aos atributos definidos no modelo, enquanto as Tabelas 7 e 8 exibem as definições de parâmetros e variáveis, respectivamente.

Tabela 6 - Conjuntos e seus domínios correspondentes

Conjuntos	Índices	Domínios	Descrição
Município (L)	$l, ll$	$\{1, \dots,  L \}$	Município do estado do Rio de Janeiro
Tempo (T)	$t$	$\{1, \dots,  T \}$	Momento do planejamento
Hospital (H)	$h$	$\{1, \dots,  H \}$	Tipo de hospital de acordo com o seu porte
Recurso (R)	$r$	$\{1, \dots,  R \}$	Tipo de recurso demandado pelo paciente

Tabela 7 - Parâmetros do modelo

Parâmetros	Descrição	Unidade
------------	-----------	---------

$Demanda_{l,t,r}$	Pacientes com SRAG no município de origem $l$ que no período $t$ demanda o recurso $r$	-
$Distancia_{l,ll}$	Distância entre os municípios $l$ e $ll$	km
$Capac\_Adicional_{h,r}$	Quantidade de recurso $r$ presente no hospital do porte $h$	-
$Custo\_Hospital_h$	Custo de instalação do hospital do porte $h$	R\$
$W$	Parâmetro de ajuste da função objetivo	-

Tabela 8 - Variáveis do modelo

Variáveis	Descrição	Domínio
$X_{l,ll,t,r}$	Quantidade de pacientes com SRAG residentes do município de origem $l$ que são internados no município de destino $ll$ no período $t$ e que demandam o recurso $r$	$\mathbb{Z}_+$
$Y_{ll,t,h}$	Decisão se o hospital de porte $h$ é instalado no município $ll$ no período $t$	$\{0, 1\}$
$Yacum_{ll,t,h}$	Quantidade de hospitais de porte $h$ instalados no município $ll$ no período $t$	$\mathbb{Z}_+$

O modelo foi desenvolvido para avaliar a necessidade dos seguintes recursos: leitos de UTI, leitos de enfermaria e ventilador mecânico invasivo, dentre os dias 02/05/2020 e 31/05/2020. A escolha pelo período apontado deve-se pela estimativa de se atingir o maior número de casos acumulados de COVID-19 nesse mês (CRODA et al., 2020). Para o conjunto **Hospital (H)** foram considerados os diferentes tipos de hospitais planejados para o estado conforme contrato da SESRJ, com seus respectivos custos e quantidades de leitos (Tabela 9).

Tabela 9 – Perfil dos hospitais de campanha

Hospital	Leitos de UTI	Leitos de Enfermaria	Ventilador Mecânico Invasivo	Custo
A - Duque de Caxias	40	160	40	R\$119.396.058,54
B - Parque dos Atletas	50	150	50	R\$119.396.058,54
C - Leblon	100	100	100	R\$119.396.058,54
D - Nova Iguaçu	120	180	120	R\$179.094.087,81
E - Maracanã	160	240	160	R\$238.792.117,08

A demanda diária de internação e de uso de VMI foi calculada a partir do produto entre a estimativa de cada recurso e a taxa de representatividade proporcional de cada município, comentada no tópico 4.2 deste documento. O parâmetro **Capac\_Adicional<sub>h,r</sub>** retrata o número de hospitais de determinado porte com leitos de UTI, de enfermaria e ventiladores mecânicos que serão implementados com base na decisão de instalação.

Ressalta-se que o contrato firmado pela SESRJ não menciona o total de ventiladores exigidos. Deste modo considerou-se que estará disponível um ventilador por leito de UTI.

Destaca-se que em razão da alta taxa de ocupação de leitos antes do início da pandemia, preferiu-se desconsiderar a capacidade existente.

A formulação matemática proposta é a seguinte:

#### Função objetivo

$$\begin{aligned} \text{Minimizar} \quad & \left( \sum_c \sum_t \sum_{ll} \sum_l X_{l,ll,t,r} \text{Distancia}_{l,ll} \right) \\ & + W \cdot \sum_h \sum_t \sum_l \text{Custo\_Hospital}_h Y_{l,t,h} \end{aligned} \quad (5.1)$$

#### Sujeito a

$$\sum_{ll} X_{l,ll,t,r} \geq \text{Demanda}_{l,t,r} \quad \forall l \in L, \forall t \in T, \forall r \in R \quad (5.2)$$

$$\sum_l X_{l,ll,t,r} \leq \sum_h \text{Capac\_Adicional}_{h,r} Y_{l,t,h} \quad \forall ll \in L, \forall t \in T, \forall r \in R \quad (5.3)$$

$$Y_{l,t,h} = \sum_{tt \mid tt \leq t} Y_{ll \mid ll \text{ in } \text{Municipios},t,h} \quad \forall ll \in L, \forall t \in T, \forall r \in R \quad (5.4)$$

A função objetivo em (5.1) minimiza a distância percorrida pelos pacientes até o hospital e o custo de instalação do hospital de campanha. A restrição (5.2) define

que a demanda de pacientes seja completamente atendida e em (5.3) temos a garantia de que a quantidade de recursos ofertada possibilite tal atendimento. A restrição (5.4) estabelece a quantidade total de hospitais instalados a cada tempo.

Na formulação matemática considerou-se as seguintes premissas: há a possibilidade de pacientes oriundos do mesmo município receberem tratamento em locais diferentes, a depender da disponibilidade dos recursos no momento considerado; e somente 20% dos municípios com o maior número de casos novos seriam opções de localização dos hospitais de campanha (Apêndice XI). Ademais, foi acrescentado à função objetivo o parâmetro  $W$  a fim de avaliar o *trade-off* a distância percorrida pelos pacientes e o custo de instalação do hospital.

O modelo matemático foi implementado usando o software AIMMS 3.14 e o solver CPLEX 12.6. As análises estatísticas foram processadas no software R versão 4.0.1. As informações referentes à execução do modelo encontram-se no Apêndice XII.

## 5.2

### Resultados do modelo

A primeira solução encontrada apresenta uma solução com equivalência entre a distância percorrida e o custo de instalação (Caso Base). A partir dela definiu-se mais três casos para avaliar o melhor cenário de planejamento que seja compatível com possíveis limitações e restrições deparadas pelo tomador de decisão.

#### 5.2.1

##### Caso Base

A solução ótima encontrada para o modelo proposto tem como resposta a instalação de 18 hospitais de campanha no mês de maio, estando presente em 14 dos 92 municípios existentes no estado. O resultado disposto por município é descrito na Tabela 10.

Tabela 10 – Localização dos Hospitais de Campanha para o caso base

Localização do Hospital	Hospital A	Hospital B	Hospital C	Hospital D	Hospital E	Total de Hospitais
Belford Roxo	0	1	0	0	0	1
Cabo Frio	1	0	0	0	0	1
Campos dos Goytacazes	1	0	0	0	0	1
Duque de Caxias	0	0	1	0	0	1
Itaboraí	1	0	0	0	0	1

Magé	1	0	0	0	0	1
Maricá	0	0	1	0	0	1
Niterói	1	0	0	0	0	1
Nova Friburgo	1	0	0	0	0	1
Nova Iguaçu	0	1	0	0	0	1
Petrópolis	1	0	0	0	0	1
Rio de Janeiro	3	1	0	0	1	5
São Gonçalo	1	0	0	0	0	1
Volta Redonda	1	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>18</b>

É possível notar que nem todos os tipos de hospitais propostos foram selecionados pelo modelo, sendo necessários 12 do tipo A, 3 do tipo B, 2 do tipo C e 1 do tipo E. Percebe-se que a maior parte dos hospitais serão de menor porte (Hospitais A e B), porém a cidade do Rio de Janeiro necessitará do maior hospital possível.

A Figura 20 exibe a distribuição dos hospitais de campanha pelo Estado com base nas regiões de saúde. Nela é possível perceber que seis das nove regiões de saúde devem instalar pelo menos um hospital.

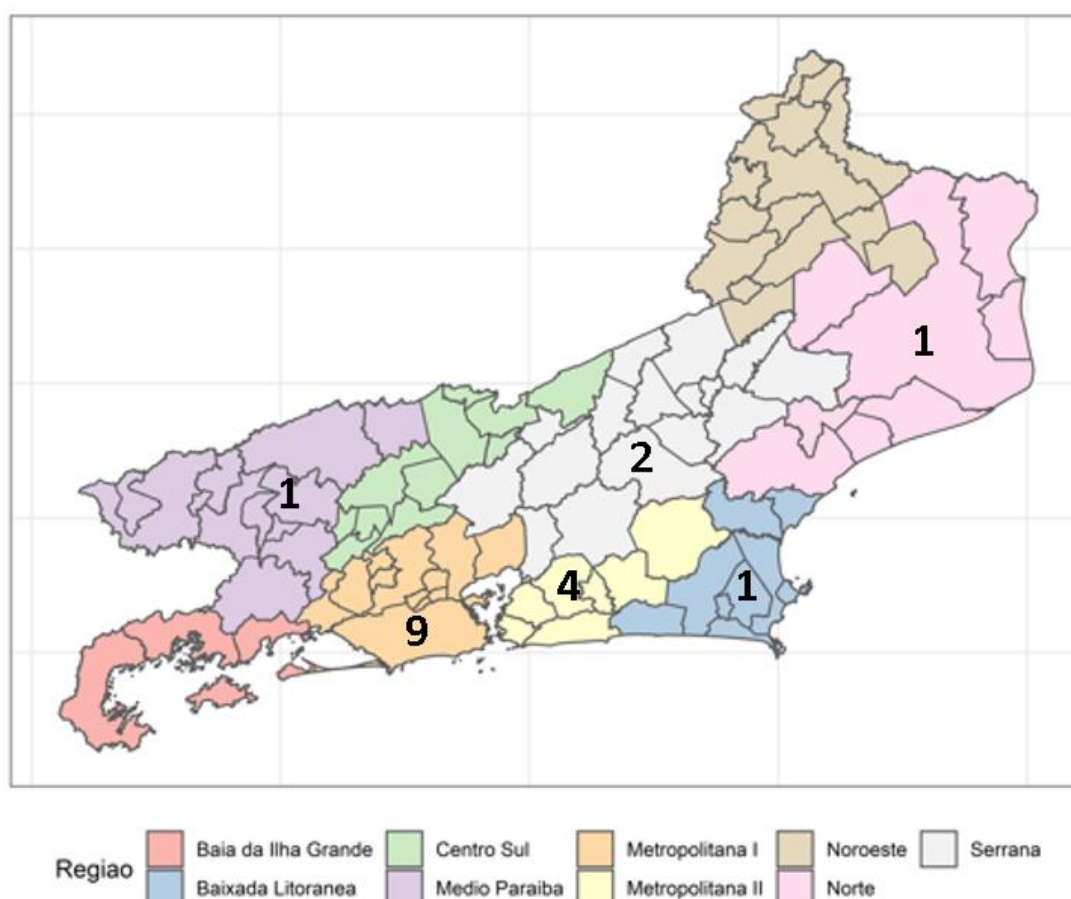


Figura 20 – Distribuição dos Hospitais de Campanha por Região de Saúde para o caso base

Pode-se observar que a região de saúde Metropolitana I apresenta uma maior concentração de hospitais, seguida da região Metropolitana II. Este fato pode ser



explicado pela ocorrência de número de casos nas regiões mencionadas, os quais espera-se que ocasione um maior estresse do sistema de saúde em comparação com aqueles municípios onde a doença ainda não atingiu altos níveis de transmissibilidade.

A Tabela 11 apresenta a alocação dos recursos para cada um dos municípios que apresentarão hospitais de campanha.

Tabela 11 – Utilização e capacidade de recursos para o caso base

Localização do Hospital	UTI		VMI		Enfermaria	
	Utilização	Capacidade	Utilização	Capacidade	Utilização	Capacidade
Belford Roxo	22	50	12	50	60	150
Cabo Frio	11	40	5	40	29	160
Campos dos Goytacazes	6	40	2	40	16	160
Duque de Caxias	21	100	12	100	57	100
Itaboraí	13	40	7	40	36	160
Magé	8	40	4	40	22	160
Maricá	5	100	3	100	15	100
Niterói	22	40	11	40	53	160
Nova Friburgo	5	40	3	40	13	160
Nova Iguaçu	36	50	19	50	96	150
Petrópolis	6	40	4	40	20	160
Rio de Janeiro	290	330	163	330	807	870
São Gonçalo	13	40	7	40	36	160
Volta Redonda	19	40	11	40	56	160
<b>Total</b>	<b>477</b>	<b>990</b>	<b>263</b>	<b>990</b>	<b>1316</b>	<b>2810</b>

A capacidade total instalada proposta pelo modelo matemático foi de 990 leitos de UTI, 990 VMIs e 2810 leitos de enfermaria. Todavia, a utilização máxima estimada é de 477 leitos de UTI, 263 VMIs e 1316 leitos de enfermaria. A alocação dos recursos diária por município pode ser consultada nos Apêndices XIII, XIV e XV.

Observa-se que a utilização estimada dos leitos foi bem inferior à capacidade alocada em cada hospital. Isso se deve a dois fatos: os modelos de hospitais estabelecidos pela SESRJ têm portes excessivamente grandes e para o modelo matemático não há diferença de escolha entre os modelos A, B e C, pois esses possuem o mesmo custo de instalação.

Dessa forma, identifica-se que para Campos dos Goytacazes foi localizado um hospital com a menor capacidade possível (40 leitos), porém essa capacidade é muito superior à demanda esperada a ser atendido por esse município (6 pacientes).

Ademais, pode-se exemplificar a segunda situação com o município Maricá, propõe-se alocar 100 leitos para atender uma demanda estimada de 5 pacientes, já que não há diferença no custo de instalação na escolha entre o porte C (modelo de hospital escolhido) e os outros dois portes menores: A com 40 leitos e B com 50 leitos.

Portanto, de modo a evitar uma implementação que ocasionaria em uma grande quantidade de recursos ociosos, sugere-se instalar as quantidades apresentadas na coluna “Utilização” para cada tipo de recurso presente na Tabela 10.

### 5.2.2

#### Caso 1

A primeira variação de caso buscou dar maior importância na minimização o deslocamento realizado pelo paciente, isto é, evitar que o paciente percorra longas distâncias mesmo que seja necessário abrir mais hospitais. Para tal, considerou-se que a parcela da distância tem uma ordem de grandeza 10 vezes maior que a parcela do custo.

Encontrou-se como resultado uma solução com 22 hospitais de campanha instalados em 18 municípios do Estado, os quais estão representados na Tabela 12.

Tabela 12 – Localização dos Hospitais de Campanha para o caso 1

Localização do Hospital	Hospital A	Hospital B	Hospital C	Hospital D	Hospital E	Total de Hospitais
Belford Roxo	1	0	0	0	0	1

Cabo Frio	1	0	0	0	0	1
Campos dos Goytacazes	1	0	0	0	0	1
Duque de Caxias	1	0	0	0	0	1
Itaboraí	1	0	0	0	0	1
Magé	1	0	0	0	0	1
Maricá	1	0	0	0	0	1
Mesquita	1	0	0	0	0	1
Nilópolis	0	0	1	0	0	1
Niterói	0	0	1	0	0	1
Nova Friburgo	1	0	0	0	0	1
Nova Iguaçu	0	1	0	0	0	1
Petrópolis	1	0	0	0	0	1
Queimados	0	0	1	0	0	1
Rio de Janeiro	3	1	0	0	1	5
São Gonçalo	1	0	0	0	0	1
São João de Meriti	1	0	0	0	0	1
Volta Redonda	1	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	16	2	3	0	1	22

Nesse cenário não foram abertos hospitais do porte D e manteve-se o hospital de maior porte localizado no Rio de Janeiro. Em relação ao cenário base, a solução atual apresenta quatro hospitais de menor porte a mais (tipo A), instalando hospitais em mais municípios e, conseqüentemente, reduzindo os deslocamentos dos pacientes. A alocação diária dos recursos por município pode ser consultada nos Apêndices XVI, XVII e XVIII.

A Figura 21 mostra a distribuição dos hospitais propostos nesse cenário pelas regiões de saúde do Estado.

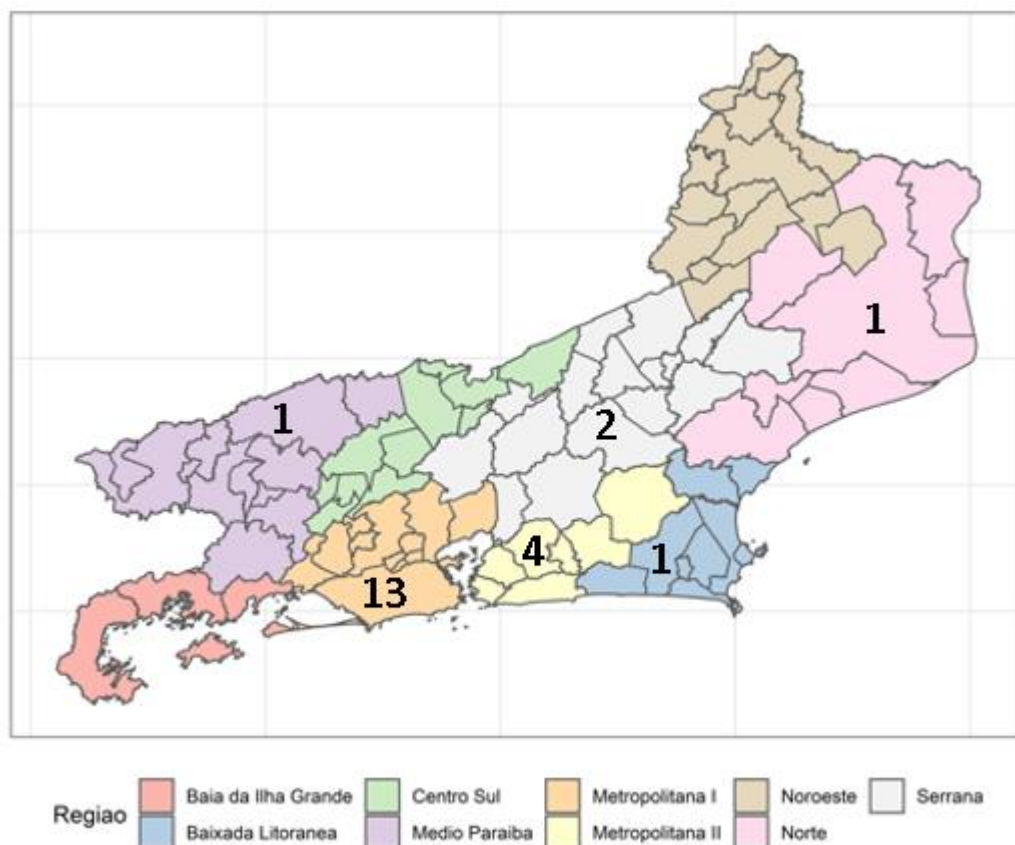


Figura 21 – Distribuição dos Hospitais de Campanha por Região de Saúde para o caso 1

Embora mais municípios tenham recebido hospitais, a nova solução manteve uma cobertura de seis regiões de saúde. Percebe-se o aumento da oferta de hospitais concentrado na região de saúde Metropolitana I, constatando-se que a região de maior número de casos de COVID-19 irá dispor de mais recursos para conseguir atender os residentes dessa localidade.

A Tabela 13 expõe a alocação dos recursos proposta pelo modelo matemático e a demanda estimada para cada município que hospedará os hospitais.

Tabela 13 - Utilização e capacidade de recursos para o caso 1

Localização do Hospital	UTI		VMI		Enfermaria	
	Utilização	Capacidade	Utilização	Capacidade	Utilização	Capacidade
Belford Roxo	8	40	5	40	23	160
Cabo Frio	11	40	5	40	29	160
Campos dos Goytacazes	6	40	2	40	16	160
Duque de Caxias	21	40	12	40	57	160
Itaboraí	13	40	7	40	36	160
Magé	8	40	4	40	22	160
Maricá	5	40	3	40	15	160
Mesquita	8	40	4	40	21	160
Nilópolis	4	100	2	100	11	100
Niterói	19	100	11	100	53	100
Nova Friburgo	5	40	3	40	13	160
Nova Iguaçu	19	50	11	50	53	150
Petrópolis	6	40	4	40	18	160
Queimados	9	100	4	100	25	100
Rio de Janeiro	293	330	163	330	807	870
São Gonçalo	13	40	7	40	36	160
São João de Meriti	10	40	5	40	26	160
Volta Redonda	19	40	11	40	55	160
<b>Total</b>	<b>477</b>	<b>1200</b>	<b>263</b>	<b>1200</b>	<b>1316</b>	<b>3400</b>

Ainda que não haja diferença de custo entre os hospitais A, B e C, nesse cenário o modelo definiu o hospital de menor porte para a maioria dos municípios, com exceção do Rio de Janeiro. Novamente nota-se que a capacidade instalada excede a utilização estimada, mas com uma diferença entre esses valores maior que o caso base, posto que uma maior quantidade de hospitais foi localizada e mais recursos foram ofertados.

### 5.2.3

#### Caso 2

O segundo caso procurou limitar os gastos com a instalação dos hospitais. Para tal, incrementou-se a parcela do custo em 50 vezes de modo que os pacientes se locomovam por maiores distâncias em prol de evitar a abertura de hospitais

A solução ótima encontrada indica a implementação de 11 hospitais de campanha em 8 municípios, apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Localização dos Hospitais de Campanha para o caso 2

Localização do Hospital	Hospital A	Hospital B	Hospital C	Hospital D	Hospital E	Total de Hospitais
Cabo Frio	1	0	0	0	0	1
Campos dos Goytacazes	0	0	1	0	0	1
Duque de Caxias	0	1	0	0	0	1
Itaboraí	0	1	0	0	0	1
Niterói	0	1	0	0	0	1
Nova Iguaçu	0	1	0	0	0	1
Rio de Janeiro	2	1	0	1	0	4
Volta Redonda	1	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>11</b>

Uma vez que se objetivou reduzir os custos de instalação, foram selecionados menos hospitais e com menor porte. Repara-se que o hospital E não se encontra mais na solução, optando-se pelo hospital D. Em comparação com o cenário base, temos menos sete hospitais de menor porte (tipos A, B e C), diminuindo o quantitativo de pacientes atendidos no próprio município.

A disposição dos hospitais proposto por região de saúde pode ser observada na Figura 22.

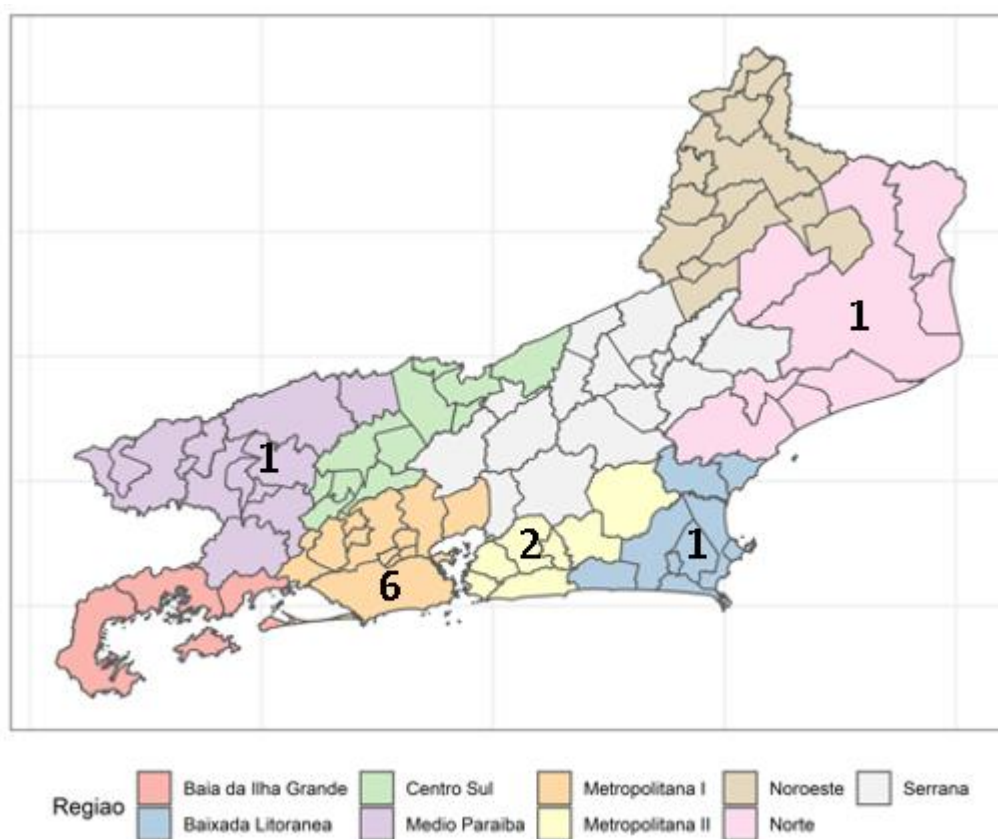


Figura 22 – Distribuição dos Hospitais de Campanha por Região de Saúde para o caso 2

Nota-se que apenas cinco regiões de saúde irão dispor de hospitais de campanha, permanecendo sua maioria concentrada na região Metropolitana I.

A Tabela 15 mostra a capacidade oferecida por cada município em relação a demanda esperada para ele.



Tabela 15 - Utilização e capacidade de recursos para o caso 2

Localização do Hospital	UTI		VMI		Enfermaria	
	Utilização	Capacidade	Utilização	Capacidade	Utilização	Capacidade
Cabo Frio	12	40	6	40	32	160
Campos dos Goytacazes	6	100	2	100	16	100
Duque de Caxias	47	50	16	50	142	150
Itaboraí	43	50	23	50	119	150
Niterói	50	50	11	50	150	150
Nova Iguaçu	50	50	31	50	150	150
Rio de Janeiro	250	250	163	250	650	650
Volta Redonda	19	40	11	40	57	160
<b>Total</b>	477	630	263	630	1316	1670

Ao reduzir o custo de instalação, houve uma diminuição não só na quantidade de hospitais ofertados e no total de municípios que receberão esses estabelecimentos. A solução encontrada agora concentra os 12 hospitais de campanha em 8 municípios. A alocação diária dos recursos por município pode ser consultada nos Apêndices XIX, XX e XXI.

Ainda ocorrem os problemas de excesso de capacidade relatados nos cenários anteriores, porém a discrepância entre os valores de leitos ofertados e de demanda estimada são menores.

#### 5.2.4

##### Caso 3

Buscando reduzir ainda mais os custos de instalação, elaborou-se o terceiro caso aumentando o peso da parcela do custo de instalação em 100 vezes. Com isso, o modelo propõe instalar o menor número de hospitais possíveis ainda que a distância percorrida pelos pacientes continue a aumentar.

A solução ótima encontrada para esse cenário dispõe de 9 hospitais localizados em 6 municípios do Estado, exibidos na Tabela 16.

Tabela 16 – Localização dos Hospitais de Campanha para o caso 3

Localização do Hospital	Hospital A	Hospital B	Hospital C	Hospital D	Hospital E	Total de Hospitais
Campos dos Goytacazes	1	0	0	0	0	1
Duque de Caxias	1	0	0	0	0	1
Itaboraí	0	1	0	0	0	1
Nova Iguaçu	0	1	0	0	0	1
Rio de Janeiro	2	1	0	0	1	4
Volta Redonda	1	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	5	3	0	0	1	9

O cenário apresentado retrata uma redução ainda maior no total de hospitais estabelecidos, tem-se a recomendação de instalação de 9 hospitais dos quais 8 possuem um pequeno porte. Porém manteve-se a escolha do hospital E mesmo possuindo um custo maior.

A Figura 23 exibe a proposição encontrada ao longo das regiões de saúde do Estado.

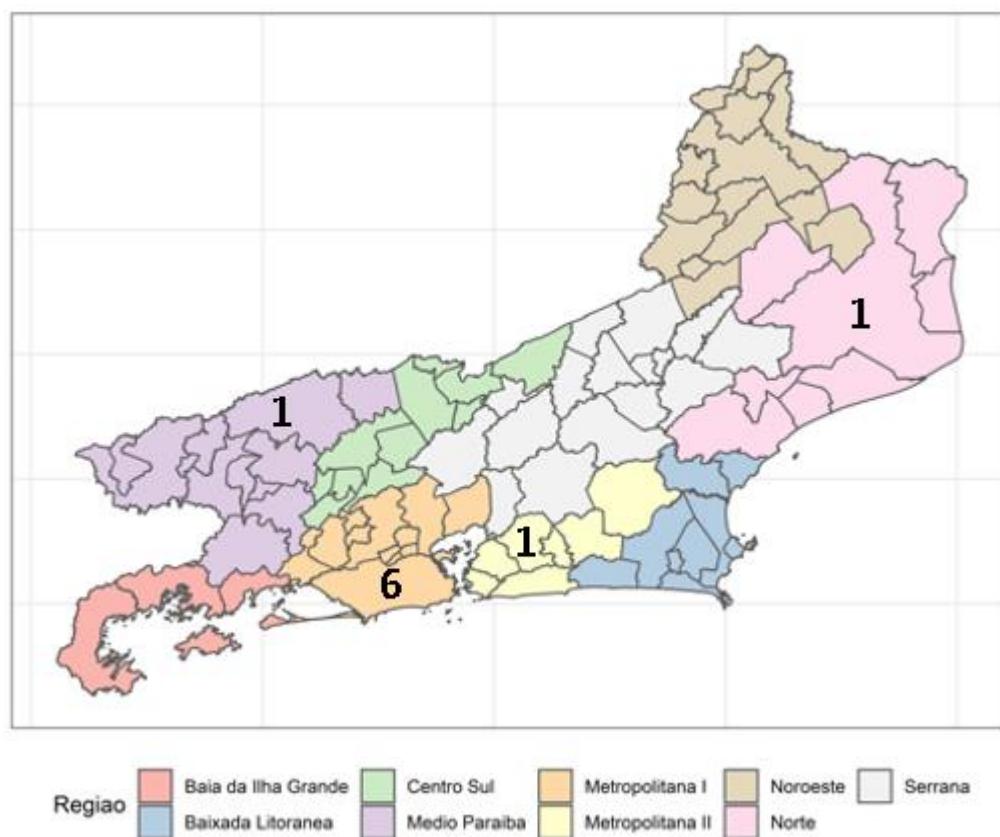


Figura 23 – Distribuição dos Hospitais de Campanha por Região de Saúde para o caso 3

É possível perceber que apenas quatro das nove regiões de saúde devem instalar hospitais de campanha, mantendo-se o maior volume na região Metropolitana I.

A Tabela 17 mostra a alocação dos recursos para cada município com hospitais de campanha e a demanda esperada para ele.

Tabela 17 - Utilização e capacidade de recursos para o caso 3

Localização do Hospital	UTI		VMI		Enfermaria	
	Utilização	Capacidade	Utilização	Capacidade	Utilização	Capacidade
Campos dos Goytacazes	15	40	3	40	43	160
Duque de Caxias	40	40	16	40	160	160
Itaboraí	50	50	28	50	150	150
Nova Iguaçu	50	50	31	50	150	150
Rio de Janeiro	290	290	174	290	710	710
Volta Redonda	32	40	11	40	103	160
<b>Total</b>	477	510	263	510	1316	1490

A alocação diária dos recursos por município pode ser consultada nos Apêndices XXII, XXIII e XXIV.

Constata-se que ainda existe excesso de capacidade, igualmente relatado nos outros cenários. Porém, a diferença entre os valores de capacidade ofertada e de demanda estimada foi a menor encontrada entre todos os cenários.

### 5.2.5

#### **Comparação entre os cenários propostos**

A Tabela 18 apresenta uma síntese dos resultados obtidos para os quatro casos abordados.

Tabela 18 – Síntese dos resultados					
Caso	Total de Hospitais	Total de Regiões de Saúde	Total de Municípios	Distância Total (Km)	Custo de Instalação Total (R\$ 1.000,00)
Base	18	6	15	210.910	22.088,30
#1	22	6	18	184.951	27.461,00
#2	11	5	8	395.082	13.730,54
#3	9	4	6	515.063	11.939,61

É possível perceber que em comparação com o caso, o caso 1 apresenta a menor distância total. Os casos 2 e 3 objetivaram reduzir o custo de implantação dos hospitais, constatando-se que quanto menor o custo, maior será o deslocamento dos pacientes e menos regiões de saúde hospedarão hospitais.

Essa tabela auxilia o tomador de decisão na escolha do melhor cenário de planejamento, para atender a demanda de pacientes com SRAG no Estado do Rio de Janeiro. A partir dela, é possível ponderar restrições de orçamento e condições de atendimento para oferecer acesso aos serviços públicos de saúde no tratamento da COVID-19 e da SRAG.

## 5.3

### **Análise da solução proposta**

Devido ao período estudado já ter ocorrido, é possível contrapor a proposta de solução com o que de fato ocorreu. A seguir é apresentado o total de leitos alocados nos hospitais de campanha implantados no Estado do Rio de Janeiro e, em seguida, comparado com a oferta de leitos proposta pela modelagem matemática desenvolvida nesta pesquisa.

Salienta-se que não foi possível realizar a comparação entre a distribuição do equipamento pelas regiões de saúde do Estado e sua real necessidade, visto que não há informação sobre a quantidade de respiradores destinados ao tratamento de pacientes confirmados ou com suspeita de COVID-19.

#### 5.3.1

##### **Hospitais de campanha instalados no Estado do Rio de Janeiro**

Em razão do planejamento de leitos realizado pela SESRJ ter considerado apenas hospitais localizados na cidade do Rio de Janeiro, elaborou-se a comparação dos leitos propostos com a informação de leitos em hospitais de campanha presentes no CNES.

A Tabela 19 expõe a localização dos hospitais de campanha abertos no Estado até o final do mês de maio, independente da esfera administrativa, com seus respectivos leitos de UTI e de enfermaria.

Tabela 19 – Hospitais de campanha implementados no Estado do Rio de Janeiro

Região de Saúde	Município	Hospital de Campanha	Leitos de UTI	Leitos de Enfermaria
Baia da Ilha Grande	Angra dos Reis	HOSPITAL DE CAMPANHA CENTRO DE REFERÊNCIA COVID 19	40	80
Médio Paraíba	Barra Mansa	HOSPITAL DE CAMPANHA COVID 19 UPA LESTE	4	12
Médio Paraíba	Volta Redonda	HOSPITAL DE CAMPANHA COVID 19 SMS VR	0	114
Metropolitana I	Rio de Janeiro	HOSPITAL DE CAMPANHA COVID 19 LEBLON	100	100
Metropolitana I	Rio de Janeiro	SMS HOSPITAL MUNICIPAL DE CAMPANHA DO RIOCENTRO COVID 19	100	400
Metropolitana I	Rio de Janeiro	HOSPITAL DE CAMPANHA COVID 19 MARACANA	22	40
Metropolitana I	Rio de Janeiro	HOSPITAL DE CAMPANHA COVID 19 PARQUE DOS ATLETAS	100	100
Metropolitana I	Queimados	HOSPITAL DE CAMPANHA COVID 19 QUEIMADOS RJ	10	10
Metropolitana II	São Gonçalo	HOSPITAL DE CAMPANHA COVID 19 SAO GONCALO	40	60
Norte	Carapebus	HOSPITAL DE CAMPANHA DO MUNICIPIO DE CARAPEBUS	0	20
Norte	Quissamã	HOSPITAL DE CAMPANHA DO MUNICIPIO DE QUISSAMA	10	1

Sabe-se que 11 hospitais de campanha foram instalados no Estado até o final do mês de maio, localizados nas seguintes regiões de saúde: Baía da Ilha Grande, Metropolitana I, Metropolitana II, Médio Paraíba e Serrana. Ao todo foram disponibilizados um total de 1363 leitos, sendo 426 de UTI e 937 de enfermaria.

### 5.3.2

#### **Internações em UTI no Estado do RJ**

A Tabela 20 apresenta o total de leitos de UTI ofertados pelos hospitais de campanha instalados no Estado, a alocação da oferta de leitos de UTI encontrada em cada caso criado e o máximo de internações de SRAG observadas segundo o local de residência do paciente, sendo todos categorizados por região de saúde.



Tabela 20 – Comparação das internações de SRAG em UTI por região de saúde

Região de Saúde	Leitos em Hospitais de Campanha	Oferta de leitos de UTI proposta				Máximo de internações SRAG em UTI
		Caso Base (18 Hosp.)	Caso 1 (22 Hosp.)	Caso 2 (11 Hosp.)	Caso 3 (9 Hosp.)	
Baia da Ilha Grande	40	0	0	0	0	1
Baixada Litorânea	0	11	11	12	0	33
Centro-Sul	0	0	0	0	0	8
Médio Paraíba	4	19	19	19	32	11
Metropolitana I	332	377	380	347	380	254
Metropolitana II	40	53	50	93	50	67
Noroeste	0	0	0	0	0	3
Norte	10	6	6	6	15	21
Serrana	0	11	11	0	0	26
Total	426	477	477	477	477	424

Constata-se que embora o total de leitos disponibilizados em hospitais de campanha tenham sido suficientes para atender a demanda, houve uma má distribuição deles pelo Estado. Sete das nove regiões de saúde não apresentavam leitos suficientes para atender a demanda local e para aquelas regiões que a demanda foi atendida ocorreu um excesso de capacidade ofertada.

A mesma má distribuição entre as regiões de saúde se apresenta para os cenários propostos, em razão da dificuldade de se estimar os recursos nesse nível de granularidade. Sendo apenas a região Metropolitana I aquela que atenderia por completo sua demanda, em todos os casos propostos.

Para mais, avaliou-se a distância real percorrida pelos pacientes com SRAG e aquela proposta para cada cenário elaborado (Tabela 21).

Tabela 21 – Comparação das distâncias percorridas por pacientes com demanda de internações em UTI

	Internações em UTI	Distância (Km)	Atendimento na mesma região de saúde		Atendimento no mesmo município	
			Total	%	Total	%
Observado	424	4202	400	94%	99	23%
Caso Base	403	1392	392	97%	359	89%
Caso 1	403	1285	392	97%	377	94%
Caso 2	403	2586	381	95%	320	79%
Caso 3	403	3605	357	89%	307	76%

É possível perceber que a solução encontrada no modelo matemático apresentou uma menor distância total de deslocamento dos pacientes em ambos os cenários. Uma vez que a quantidade de pacientes estimados é superior à quantidade real atendida no período estudado, comparou-se a proporção de pacientes que foram atendidos na região de saúde e no município em que residem.

Nota-se que 94% dos internados em UTI não precisaram se locomover além da sua região de saúde, enquanto na solução encontrada no modelo matemático seriam 97% dos pacientes estimados, para os dois cenários com a menor distância total percorrida desenvolvidos (Caso Base e Caso 1).

Por outro lado, ao contrapor o total de pacientes atendidos no próprio município de residência observa-se que somente 23% dos casos foram atendidos no município em que moram. Já nos dois primeiros cenários propostos, a solução matemática oferece uma melhor performance, sendo 89% deles para o caso base e 94% para o caso 1.

Destaca-se que o aumento da quantidade de pacientes atendidos no próprio município de residência deve-se ao maior número de hospitais propostos nesse cenário, evitando a locomoção dos pacientes para os municípios vizinhos pertencentes a sua região de saúde.

Ademais, ao comparar os casos 2 e 3, cenários os quais visam minimizar os custos de instalação, percebe-se que distância total percorrida ainda é inferior ao que de fato ocorreu.

Desse modo, ao compará-los entre si observa-se que no Caso 3, cenário com menor custo de instalação, temos a maior distância total percorrida com as menores taxas de atendimento no local de residência: 89% dos pacientes atendidos na mesma região (percentual inferior ao cenário real) e 76% atendidos no próprio município de residência. Já no Caso 2, constata-se uma melhor performance que a situação real em ambos os atendimentos.

### 5.3.3

#### **Internações em enfermaria no Estado do RJ**

De forma análoga à seção anterior, elaborou-se a análise das internações em leitos de enfermaria. A Tabela 22 retrata o total de leitos de enfermaria alocados nos hospitais de campanha do Estado, a oferta de leitos de enfermaria proposta por cada cenário desenvolvido e o valor máximo de internações em leitos de enfermaria observadas no mês de maio, sendo todas agregadas por região de saúde.

Tabela 22 – Comparação das internações de SRAG em leitos de enfermaria por região de saúde

Região de Saúde	Leitos em Hospitais de Campanha	Oferta de leitos de enfermaria proposta				Máximo de internações SRAG em enfermaria
		Caso Base (18 Hosp.)	Caso 1 (22 Hosp.)	Caso 2 (11 Hosp.)	Caso 3 (9 Hosp.)	
Baia da Ilha Grande	80	0	0	0	0	10
Baixada Litorânea	0	29	29	32	0	93
Centro-Sul	0	0	0	0	0	16
Médio Paraíba	126	56	55	57	103	46
Metropolitana I	650	1042	1045	942	1020	1248
Metropolitana II	60	140	140	269	150	249
Noroeste	0	0	0	0	0	17
Norte	21	16	16	16	43	91
Serrana	0	33	31	0	0	46
Total	937	1316	1316	1316	1316	1816

É possível perceber uma grande diferença entre o total de leitos disponibilizados em hospitais de campanha, a ocupação por pacientes internados com SRAG e a máxima ocupação estimada. Tal fato é explicado devido à mudança de recomendações do MS para os pacientes que apresentassem casos leves da doença (MS, 2020d).

Como no início da pandemia, foi recomendado a esse perfil a ficar em isolamento domiciliar, encaminhando-se para a rede hospitalar apenas em caso de agravamento (MS, 2020e), a estimativa de ocupações de leitos de enfermaria baseou-se em um histórico de baixa demanda. No entanto, com a mudança do MS, a procura aumentou no mês de maio, como observado na coluna “Máximo de internações SRAG em enfermaria” da Tabela 22.

Apesar disso, a solução proposta aproxima-se mais da real necessidade de internação ocorrida quando comparada com o total de leitos alocados nos hospitais de campanha.

## 6

### Considerações Finais

Esta dissertação teve como objetivo principal propor um modelo de localização para hospitais de campanha no Estado do Rio de Janeiro visando atender os pacientes com COVID-19. Para isso, analisou-se a evolução da doença na região e características epidemiológicas dos pacientes com o novo coronavírus, por meio do cálculo dos indicadores de incidência e de mortalidade. Assim, foi possível projetar o total de casos de COVID-19 para a região estudada.

A partir do histórico de internações até o final de abril, foi possível dimensionar a quantidade de leitos de UTI, leitos de enfermaria e respiradores a ser alocada em cada região de saúde do Estado ao longo do mês de maio.

As soluções encontradas para a estimativa de demanda e modelo matemático proposto mostraram-se eficazes no atendimento à pacientes com SRAG. Enquanto 23% dos pacientes foram atendidos no município em que residem, o cenário proposto com o intuito de minimizar o deslocamento da demanda oferecia atendimento em seu próprio município para 94% dos pacientes.

Conclui-se, portanto, que os hospitais de campanha propostos atuariam como referência para esse perfil de paciente, não sendo necessário interromper atendimentos eletivos nos hospitais públicos existentes e evitando o estresse do sistema de saúde.

Sugere-se como trabalhos futuros a expansão da pesquisa para um período temporal maior que o analisado, dado que até o momento a epidemia não foi controlada.

Além disso, indica-se variações no modelo matemático, incluindo: restrições de orçamento; outros perfis de hospitais com diferentes portes e custos; e diferentes objetivos, tal como o modelo matemático MiniMax o qual objetiva minimizar a maior distância percorrida pelos pacientes.

AHMADI-JAVID, A.; SEYEDI, P.; SYAM, S. S. A survey of healthcare facility location. **Computers and Operations Research**, v. 79, p. 223–263, 2017.

AMIB. **COMUNICADO DA AMIB SOBRE O AVANÇO DO COVID-19 E A NECESSIDADE DE LEITOS EM UTIS NO FUTURO**. Disponível em: <<http://www.somiti.org.br/arquivos/site/comunicacao/noticias/2020/covid-19/comunicado-da-amib-sobre-o-avanco-do-covid-19-e-a-necessidade-de-leitos-em-utis-no-futuro.pdf>>. Acesso em: 3 maio. 2020.

ANDERSON, R. M. et al. How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? **The Lancet**, v. 395, n. 10228, p. 931–934, 2020.

ANS. **Dados Gerais - ANS - Agência Nacional de Saúde Suplementar**. Disponível em: <<https://www.ans.gov.br/perfil-do-setor/dados-gerais>>. Acesso em: 3 jul. 2020.

ANTUNES, B. B. de P., et al. Progression of confirmed COVID-19 cases after the implementation of control measures. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 32, n.2, p. 213-223, 2020.

ARAUJO, T. G. de et al. Readmissões e óbitos após a alta da UTI: um desafio da terapia intensiva. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 25, n. 1, p. 32–38, 2013.

ARVAN, M.; TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R.; ABDOLLAHI, M. Designing a bi-objective, multi-product supply chain network for blood supply. **Uncertain Supply Chain Management**, v. 3, n. 1, p. 57–68, 2015.

BASTOS, L. S. et al. A modelling approach for correcting reporting delays in disease surveillance data. **Statistics in Medicine**, v. 38, n. 22, p. 4363–4377, 2019.

BASU, R.; JANA, A.; BARDHAN, R. A Health Care Facility Allocation Model for Expanding Cities in Developing Nations: Strategizing Urban Health Policy Implementation. **Applied Spatial Analysis and Policy**, v. 11, n. 1, p. 21–36, 2018.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Operations management research

methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241–264, 2002.

BOX, G. E. et al. **Time series analysis: forecasting and control**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2015. v. 369

BROWN, E. E. et al. Anticipating and Mitigating the Impact of the COVID-19 Pandemic on Alzheimer's Disease and Related Dementias. **American Journal of Geriatric Psychiatry**, v. 28, n. 7, p. 712–721, 2020.

BURK, T. K. Coronavirus in China. **The Lancet**, n. January, 2020.

CAUCHICK MIGUEL, P. A. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**, v. 17, n. 1, p. 216–229, 2007.

ÇETIN, E.; KIREMITCI, S.; KIREMITCI, B. Developing optimal policies to fight pandemics and covid-19 combat in the United States. **European Journal of Pure and Applied Mathematics**, v. 13, n. 2, p. 369–389, 2020.

CHEN, Z. et al. Mobile field hospitals, an effective way of dealing with COVID-19 in China: sharing our experience. **BioScience Trends**, 2020a.

CHEN, N. et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. **The Lancet**, v. 395, n. 10223, p. 507–513, 2020b.

CHURCH, R. L.; REVELLE, C. The maximal covering location problem. **Papers of the Regional Science Association**, v. 32, p. 101–118, 1974.

COLLETT, Dave. Ordered categorical data—Lecture 14, 14p. **MSc generalised linear models course**, 2003.

COTA, W. Monitoring the number of COVID-19 cases and deaths in Brazil at municipal and federative units level. **SciELOPreprints**, v. 362, p. 1–7, 2020.

CRODA, J. et al. Covid-19 in Brazil: Advantages of a socialized unified health system and preparation to contain cases. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 53, n. April, p. 2–7, 2020.

CURRIE, C. S. M. et al. How simulation modelling can help reduce the impact of COVID-19. **Journal of Simulation**, v. 14, n. 2, p. 83–97, 2020.

DASKIN, M. S. What You Should Know About Location Modeling. **Naval Research Logistics**, v. 55, n. 4, p. 283–294, 2008.

DASKIN, M. S. **Network and Discrete Location Models, Algorithms, and Applications**. John Wiley & Sons, 2013.



DASKIN, M. S.; DEAN, L. K. Handbook of OR/MS in Health Care: A Handbook of Methods and Applications, **Operations Research and Health Care**, 2004.

DE VRIES, H.; VAN DE KLUNDERT, J.; WAGELMANS, A. P. M. The Roadside Healthcare Facility Location Problem A Managerial Network Design Challenge. **Production and Operations Management**, v. 29, n. 5, p. 1165–1187, 2020.

DJENIĆ, A. et al. A variable neighbourhood search method for solving the long-term care facility location problem. **IMA Journal of Management Mathematics**, v. 28, n.2, p. 321-338, 2017.

FARAHANI, R. Z.; HEKMATFAR, M. **Facility location: concepts, models, algorithms and case studies**. Springer Science & Business Media, 2009.

FERGUSON, N. M. et al. Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand. **Imperial.Ac.Uk**, 2020.

GIL, A. C. Delineamento da pesquisa. **\_. Métodos e técnicas de pesquisa social**, 2006.

GOULART, G. **Coronavírus: Rio tem fila de 369 pessoas com sintomas de Covid-19 por UTI na rede de saúde - Jornal O Globo**. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/coronavirus-rio-tem-fila-de-369-pessoas-com-sintomas-de-covid-19-por-uti-na-rede-de-saude-24407131>>. Acesso em: 2 maio. 2020.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SESRJ. **Contrato nº 27, de 3 de abril de 2020**. Rio de Janeiro, 3 abr. 2020. Disponível em: <[https://sei.fazenda.rj.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md\\_pesq\\_documento\\_consulta\\_externa.php?9LibXMqGnN7gSpLFOOgUQFziRouBJ5VnVL5b7-UrE5T2tn9jLZNaUhI0e9poYYJnkMDCygKyP0AMf\\_aSERAyypfSbO-AoJe3yJmaWuDIOcQ45x6KbzCTZKkg7LNJDmBXF](https://sei.fazenda.rj.gov.br/sei/modulos/pesquisa/md_pesq_documento_consulta_externa.php?9LibXMqGnN7gSpLFOOgUQFziRouBJ5VnVL5b7-UrE5T2tn9jLZNaUhI0e9poYYJnkMDCygKyP0AMf_aSERAyypfSbO-AoJe3yJmaWuDIOcQ45x6KbzCTZKkg7LNJDmBXF)>. Acesso em: 19 jul. 2020.

GÜNEŞ, Evrim Didem; MELO, Teresa; NICKEL, Stefan. Location problems in healthcare. In: **Location science**. Springer, Cham, 2019. p. 657-686.

HAASE, K.; MÜLLER, S. Insights into clients' choice in preventive health care facility location planning. **OR Spectrum**, v. 37, n. 1, p. 273–291, 2015.

HAASE, Knut, et al. Facility Location in the Public Sector. In: **Location Science**. Springer, Cham, 2019. p. 745-764.

HALPERN, S. D.; MILLER, F. G. The Urge to Build More Intensive Care Unit

Beds and Ventilators: Intuitive but Errant. **Annals of Internal Medicine**, 2020.

HARAPAN, H. et al. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A literature review. **Journal of Infection and Public Health**, v. 13, n. 5, p. 667–673, 2020.

HILLIER, F. S. et al. **Operations Research and Health Care a Handbook**. Springer Science & Business Media, 2004.

HOLT, Charles C. Forecasting seasonals and trends by exponentially weighted moving averages. **International journal of forecasting**, v. 20, n1, p. 5-10, 2004.

HONE, T. et al. Effect of economic recession and impact of health and social protection expenditures on adult mortality: a longitudinal analysis of 5565 Brazilian municipalities. **The Lancet Global Health**, v. 7, n. 11, p. e1575–e1583, 2019.

HUANG, C. et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. **The Lancet**, v. 395, n. 10223, p. 497–506, 2020.

KIM, D. G.; KIM, Y. D. A Lagrangian heuristic algorithm for a public healthcare facility location problem. **Annals of Operations Research**, v. 206, n. 1, p. 221–240, 2013.

LASRY, A. et al. Timing of Community Mitigation and Changes in Reported COVID-19 and Community Mobility - Four U.S. Metropolitan Areas, February 26-April 1, 2020. **MMWR. Morbidity and mortality weekly report**, v. 69, n. 15, p. 451–457, 17 abr. 2020.

LAUER, S. A. et al. The incubation period of coronavirus disease 2019 (CoVID-19) from publicly reported confirmed cases: Estimation and application. **Annals of Internal Medicine**, v. 172, n. 9, p. 577–582, 5 maio 2020.

LIMA, C. P. **Comparando a saúde no Brasil com os países da OCDE : explorando dados de saúde pública**. Rio de Janeiro, 2016.149p. Dissertação - Escola de Matemática Aplicada, Fundação Getúlio Vargas.

LU, H.; STRATTON, C. W.; TANG, Y. W. Outbreak of Pneumonia of Unknown Etiology in Wuhan, China: The Mystery and the Miracle. **Journal of medical virology**, v. 92, n. 4, 2020.

MEDICI, A. Breves considerações sobre a relação entre direito sanitário e financiamento à saúde no Brasil. **Direito da saúde no Brasil**, p. 243–278, 2010.

MEHROTRA, S. et al. A Model for Supply-Chain Decisions for Resource Sharing with an Application to Ventilator Allocation to Combat COVID-19. **Naval Research Logistics (NRL)**, 2020.

MESTRE, A. M.; OLIVEIRA, M. D.; BARBOSA-PÓVOA, A. P. Location-

allocation approaches for hospital network planning under uncertainty. **European Journal of Operational Research**, v. 240, n. 3, p. 791–806, 2015.

MOTALLEBI NASRABADI, A.; NAJAFI, M.; ZOLFAGHARINIA, H. Considering short-term and long-term uncertainties in location and capacity planning of public healthcare facilities. **European Journal of Operational Research**, v. 281, n. 1, p. 152–173, 2020.

MS. Ministério da Saúde. **Brasil confirma primeiro caso da doença**. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46435-brasil-confirma-primeiro-caso-de-novo-coronavirus>>. Acesso em: 3 jul. 2020a.

MS. Ministério da Saúde. **Saúde regulamenta condições de isolamento e quarentena**. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46536-saude-regulamenta-condicoes-de-isolamento-e-quarentena>>. Acesso em: 5 jul. 2020b.

MS. Ministério da Saúde. **Open Data SUS**. Disponível em: <<https://opendatasus.saude.gov.br/>>. Acesso em: 6 jul. 2020c.

MS. Ministério da Saúde. **Ministério da Saúde atualiza situação do novo coronavírus para os estados**. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46230-ministerio-da-saude-atualiza-situacao-para-os-estados>>. Acesso em: 5 jul. 2020d.

MS. Ministério da Saúde. **Saúde anuncia orientações para evitar a disseminação do coronavírus**. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46540-saude-anuncia-orientacoes-para-evitar-a-disseminacao-do-coronavirus>>. Acesso em: 5 jul. 2020e.

MS. Ministério da Saúde. **Orientações para manejo de pacientes com COVID-19**. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/47068-ministerio-da-saude-lanca-orientacoes-para-padronizacao-do-atendimento-a-covid-19>>. Acesso em: 10 jul. 2020f.

MS. Ministério da Saúde. **Localiza-SUS**. Disponível em: <<https://viz.saude.gov.br/extensions/SC-GN/SC-GN.html>>. Acesso em: 18 jul. 2020g.

MS. Ministério da Saúde. **Definição de Caso e Notificação**. Disponível em: <<https://coronavirus.saude.gov.br/definicao-de-caso-e-notificacao>>. Acesso em: 9 abr. 2020h.

NASRABADI, A. M.i; NAJAFI, M.; ZOLFAGHARINIA, H. Considering

short-term and long-term uncertainties in location and capacity planning of public healthcare facilities. **European Journal of Operational Research**, v. 281, n. 1, p.152-173, 2020.

NORONHA, K. V. M. DE S. et al. The COVID-19 pandemic in Brazil: analysis of supply and demand of hospital and ICU beds and mechanical ventilators under different scenarios. **Cadernos de saude publica**, v. 36, n. 6, p. e00115320, 17 jun. 2020.

OLIVEIRA, M. C. M. DE. Logística humanitária: apoio do Hospital de Campanha (HCAMP) ao terremoto no Haiti em 2010. **Revista da UNIFA**, v. 29, n. 1, p. 49–58, 2016.

OLIVEIRA, W. K. DE et al. How Brazil can hold back COVID-19. **Epidemiologia e servicos de saude : revista do Sistema Unico de Saude do Brasil**, v. 29, n. 2, p. e2020044, 2020.

OMS. **Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 66**, 2020.

OUYANG, R.; FAIZ, T. I.; NOOR-E-ALAM, M. Location-allocation models for healthcare facilities with long-term demand. **International Journal of Operational Research**, v. 38, n. 3, p. 295–320, 2020.

OWEN, S. H.; DASKIN, M. S. Strategic facility location: A review. **European Journal of Operational Research**, v. 111, n. 3, p. 423–447, 1998.

PARAGUASSU, L.; MANDL, C. **Brazil Health Ministry confirms first coronavirus case in Latin America**. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-china-health-brazil/brazil-confirms-first-coronavirus-case-in-latin-america-source-idUSKCN20K1EU>>. Acesso em: 3 jul. 2020.

PIRES, R. R. C. Os Efeitos sobre grupos sociais e territórios vulnerabilizados das medidas de enfrentamento à crise sanitária da Covid-19: propostas para o aperfeiçoamento da ação pública. 2020.

RITCHIE, H. et al. **Coronavirus (COVID-19) Deaths - Statistics and Research - Our World in Data**. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/covid-deaths>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

SALAZAR, A. et al. **O SUS pode ser seu melhor plano de saúde**. 2003.

SES RJ. Secretaria de Estado de Saúde do RJ. **Primeiro caso do Novo Coronavírus é confirmado no Estado do Rio**. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/noticias/2020/03/primeiro-caso-do-novo-coronavirus>>.

e-confirmado-no-estado-do-rio>. Acesso em: 5 jul. 2020a.

SES RJ. Secretaria de Estado de Saúde do RJ. **Plano de resposta de emergência ao Coronavírus no estado do Rio de Janeiro TT - Coronavirus emergency response plan in the state of Rio de Janeiro**. Disponível em: <<https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2020/fevereiro/13/PLANO-DE-CONTINGENCIA-novo-coronavirus-RIO-DE-JANEIRO-EM-REVIS--O.pdf>  
<http://fi-admin.bvsalud.org/document/view/nag2y>> Acesso em: 6 abr. 2020b.

SES RJ. Secretaria de Estado de Saúde do RJ. **Estado do Rio registra a primeira morte por coronavírus**. Disponível em: <<https://saude.rj.gov.br/noticias/2020/03/estado-do-rio-registra-a-primeira-morte-por-coronavirus>>. Acesso em: 9 jul. 2020c.

SES RJ. Secretaria de Estado de Saúde do RJ. **Painel coronavírus COVID-19**. Disponível em: <<http://painel.saude.rj.gov.br/monitoramento/covid19.html>>. Acesso em: 10 ago. 2020d.

SALMAN, F. S.; GÜL, S. Deployment of field hospitals in mass casualty incidents. **Computers and Industrial Engineering**, v. 74, n. 1, p. 37–51, 2014

SHAH, K. et al. **Unfolding trends of covid-19 transmission in india: Critical review of available mathematical models** *Indian Journal of Community Health* Indian Association of Preventive and Social Medicine, , 20 abr. 2020.

SHARIFF, S. S. R.; MOIN, N. H.; OMAR, M. Location allocation modeling for healthcare facility planning in Malaysia. **Computers and Industrial Engineering**, v. 62, n. 4, p. 1000–1010, 2012.

SOHRABI, Catrin, et al. World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). **International Journal of Surgery**, 2020.

TANG, J. W.; TAMBYAH, P. A.; HUI, D. S. C. Emergence of a novel coronavirus causing respiratory illness from Wuhan, China. **Journal of Infection**, v. 80, n. 3, p. 350–371, 2020.

TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R. et al. A Bi-objective Credibility-based Fuzzy Mathematical Programming Model for a Healthcare Facility Location-network Design Problem. **IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**, v. 2019- Decem, p. 1181–1185, 2019.

WERNECK, G. L.; CARVALHO, M. S. The COVID-19 pandemic in Brazil: chronicle of a health crisis foretold. **Cadernos de saude publica**, v. 36, n. 5, p.

e00068820, 2020.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION); R&D BLUEPRINT. **COVID 19 Public Health Emergency of International Concern | Global research and innovation forum: towards a reserach roadmap**WHO (World Health Organization). Disponível em: <<https://covid19-evidence.paho.org/handle/20.500.12663/714>>. Acesso em: 29 jun. 2020.

WOOD, R. M.; TO. Modelling the impact of COVID-19 on elective waiting times. **Journal of Simulation**, v. 00, n. 00, p. 1–9, 2020.

XU, Z. et al. Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome. **The Lancet Respiratory Medicine**, v. 8, n. 4, p. 420–422, 1 abr. 2020.

YU, H. et al. Reverse Logistics Network Design for Effective Management of Medical Waste in Epidemic Outbreak: Insights from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in Wuhan. **SSRN Electronic Journal**, 2020.

ZHANG, J. JIN et al. Clinical characteristics of 140 patients infected with SARS-CoV-2 in Wuhan, China. **Allergy: European Journal of Allergy and Clinical Immunology**, n. February, p. 1–12, 2020.

ZHANG, W. et al. A multi-objective optimization approach for health-care facility location-allocation problems in highly developed cities such as Hong Kong. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 59, p. 220–230, 2016.

ZHANG, Y.; BERMAN, O.; VERTER, V. The impact of client choice on preventive healthcare facility network design. **OR Spectrum**, v. 34, n. 2, p. 349–370, 2012.

## APÊNDICE I - Localização de estabelecimentos de saúde

Artigo	Tipo de aplicação	Objetivo	Abordagem de modelagem	Método de solução	Perfil da demanda
Shariff et al. (2012)	Planejamento de instalações de saúde	Maximizar a cobertura	CMCLP	GA, CPLEX	Fixa
Zhang et al. (2012)	Localização preventiva do estabelecimento de saúde	Maximizar a participação do programa de saúde preventiva	Modelo de escolha probabilística, modelo de escolha ótima baseado em MNL, MIP	CPLEX	Variável
Kim & Kim (2013)	Localização de estabelecimento de saúde pública	Maximizar o número de pacientes atendidos	IP	Algoritmo heurístico baseado em métodos de otimização LR e subgradiente	Variável
Mestre et al. (2015)	Definição de localização para planejamento hospitalar sob incerteza	Minimizar o tempo esperado de viagem; Minimizar o custo esperado e os custos de capital.	Modelo 1: localização como uma decisão de primeira etapa,	CPLEX	Variável

			Modelo 2: Localização e alocação como decisões de primeiro estágio		
Haase & Müller (2015)	Localização de estabelecimento de saúde preventiva	Maximizar a participação do programa de saúde preventiva	MNL, MILP, derivação do limite inferior	CPLEX	Variável
Arvan et al. (2015)	Rede da cadeia de suprimento de sangue humano	Minimizar o custo total, minimizar os tempos em que os produtos sanguíneos permanecem na rede	Modelo biobjetivo, MILP	Método $\varepsilon$ -constraint	Determinística fixada
Zhang et al. (2016)	Alocação e localização de estabelecimento de saúde	Maximizar acessibilidade; Minimizar a desigualdade de acessibilidade; Minimizar a população descoberta; Minimizar o custo de construção.	Otimização multiobjetivo	GA	Fixa



Djenic et al. (2016)	Localização de facilidade de cuidado a longo prazo	Minimizar o número máximo de pacientes associados a uma única instalação localizada	LTCFLP LTCFLP-I	Metaheurística baseada em <i>Variable Neighborhood Search</i> (VNS)	Fixa
Basu et al. (2018)	Alocação de unidades de saúde	-	-	-	Variável
Tavakkoli-Moghaddam et al. (2019)	Localização de estabelecimento de saúde	Minimizar o custo total de transporte e construção de instalações; Maximizar os impactos sociais do estabelecimento localizado.	FLNDP	Metaheurísticas multiobjetivos, conhecidas como NSGA-II e MPOSO	Variável
Ouyang et al. (2020)	Localização de estabelecimentos de saúde e alocação de pacientes	Minimizar os custos totais de construção e manutenção das instalações	ILP	CPLEX	Fixa
Vries et al. (2020)	Localização de unidade de saúde na estrada	Maximizar o volume de pacientes nas unidades;	MILP	CPLEX	Fixa

		Maximizar a efetividade da prestação de serviços de saúde à população atendida.			
Nasrabadi et al. (2020)	Localização de instalações de saúde, alocação de unidades de serviço e determinação das capacidades das instalações	Minimizar o tempo total de transporte; Minimizar o custo fixo e operacional da implantação da instalação.	HiFLP	Metaheurística multiobjetivos NSGA-II	Variável
Silva (2020)	Localização de hospitais de campanha e alocação de leitos e respiradores	Minimizar a distância percorrida e o custo de instalação	ILP para problemas de cobertura	CPLEX	Fixa

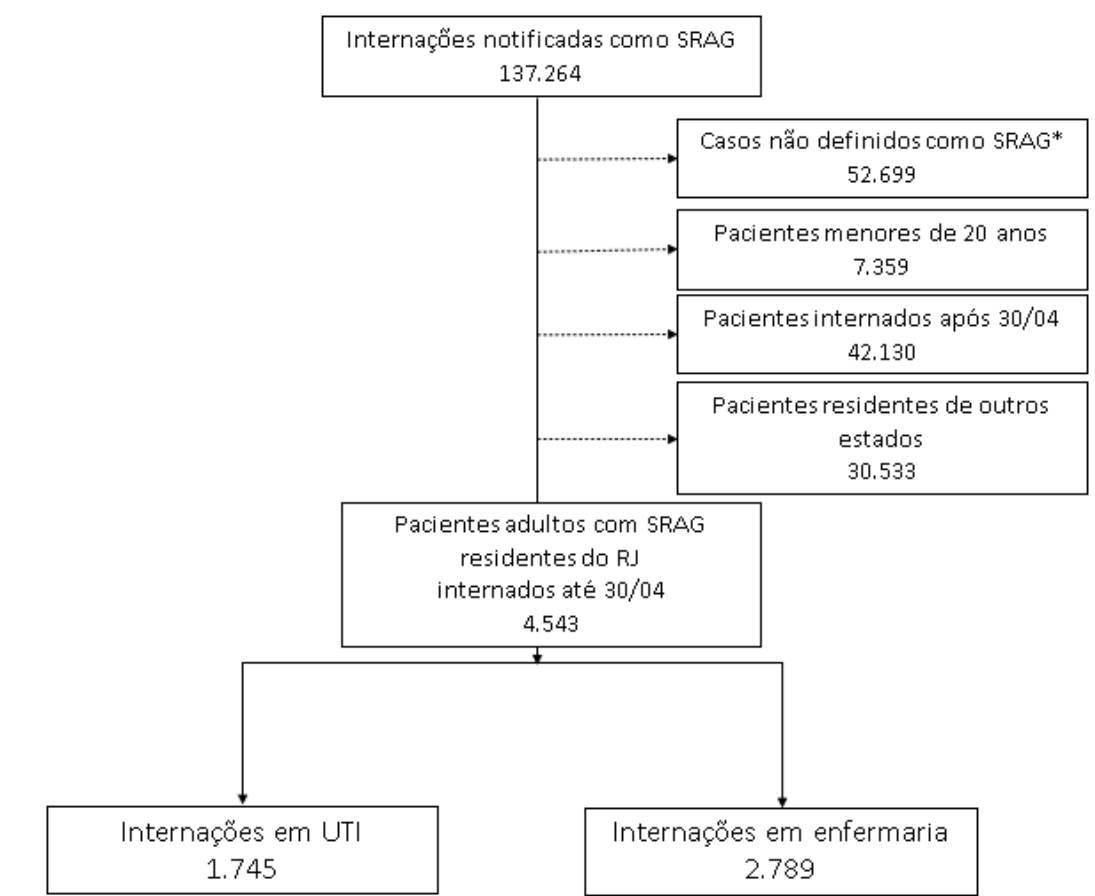
## APÊNDICE II - Proporção do total de casos por município do estado do RJ

Município	Novos Casos (01/05/2020)	Proporção
Angra dos Reis	48	0,0047
Aperibé	2	0,0002
Araruama	33	0,0032
Areal	3	0,0003
Armação dos Búzios	11	0,0011
Arraial do Cabo	8	0,0008
Barra do Piraí	19	0,0019
Barra Mansa	34	0,0033
Belford Roxo	178	0,0175
Bom Jardim	8	0,0008
Bom Jesus do Itabapoana	12	0,0012
Cabo Frio	49	0,0048
Cachoeiras de Macacu	18	0,0018
Cambuci	1	0,0001
Campos dos Goytacazes	65	0,0064
Cantagalo	1	0,0001
Carapebus	5	0,0005
Cardoso Moreira	1	0,0001
Carmo	1	0,0001
Casimiro de Abreu	23	0,0023
Comendador Levy Gasparian	3	0,0003
Conceição de Macabu	2	0,0002
Cordeiro	1	0,0001
Duas Barras	1	0,0001
Duque de Caxias	437	0,0429
Engenheiro Paulo de Frontin	3	0,0003
Guapimirim	11	0,0011
Iguaba Grande	18	0,0018
Itaboraí	229	0,0225
Itaguaí	44	0,0043
Italva	1	0,0001
Itaocara	2	0,0002
Itaperuna	3	0,0003
Itatiaia	3	0,0003
Japeri	32	0,0031

Laje do Muriaé	1	0,0001
Macaé	47	0,0046
Macuco	1	0,0001
Magé	113	0,0111
Mangaratiba	7	0,0007
Maricá	73	0,0072
Mendes	3	0,0003
Mesquita	164	0,0161
Miguel Pereira	8	0,0008
Miracema	1	0,0001
Natividade	1	0,0001
Nilópolis	82	0,0081
Niterói	406	0,0399
Nova Friburgo	57	0,0056
Nova Iguaçu	403	0,0396
Paracambi	30	0,0029
Paraíba do Sul	10	0,0010
Paraty	7	0,0007
Paty do Alferes	4	0,0004
Petrópolis	94	0,0092
Pinheiral	8	0,0008
Piraí	5	0,0005
Porciúncula	1	0,0001
Porto Real	3	0,0003
Quatis	3	0,0003
Queimados	56	0,0055
Quissamã	5	0,0005
Resende	25	0,0025
Rio Bonito	26	0,0026
Rio Claro	3	0,0003
Rio das Flores	3	0,0003
Rio das Ostras	44	0,0043
Rio de Janeiro	6189	0,6077
Santa Maria Madalena	1	0,0001
Santo Antônio de Pádua	3	0,0003
São Fidélis	5	0,0005
São Francisco de Itabapoana	11	0,0011
São Gonçalo	279	0,0274
São João da Barra	15	0,0015

São João de Meriti	201	0,0197
São José de Ubá	3	0,0003
São José do Vale do Rio Preto	1	0,0001
São Pedro da Aldeia	24	0,0024
São Sebastião do Alto	2	0,0002
Sapucaia	19	0,0019
Saquarema	37	0,0036
Seropédica	11	0,0011
Silva Jardim	5	0,0005
Sumidouro	2	0,0002
Tanguá	15	0,0015
Teresópolis	48	0,0047
Trajano de Moraes	1	0,0001
Três Rios	20	0,0020
Valença	8	0,0008
Varre-Sai	1	0,0001
Vassouras	8	0,0008
Volta Redonda	271	0,0266

### APÊNDICE III - Diagrama de filtragem da base de dados SRAG



\*De acordo com os critérios definidos pelo MS(2020h).

[illegible]

## APÊNDICE V - Estimativa da demanda de leitos de UTI com uso de ventilação mecânica para o Estado do RJ

[illegible]



## APÊNDICE VI - Estimativa da demanda de leitos de enfermaria com uso de ventilação mecânica para o Estado do RJ

Taxa de internação na UTI	LOS médio																																		
5%	3																																		
Dia	Casos Novos	Casos usando VM	01/mai	02/mai	03/mai	04/mai	05/mai	06/mai	07/mai	08/mai	09/mai	10/mai	11/mai	12/mai	13/mai	14/mai	15/mai	16/mai	17/mai	18/mai	19/mai	20/mai	21/mai	22/mai	23/mai	24/mai	25/mai	26/mai	27/mai	28/mai	29/mai	30/mai	31/mai		
29/abr	365	19	19																																
30/abr	584	30	30																																
01/mai	713	36	36	36																															
02/mai	560	29	29	29																															
03/mai	571	29	29	29	29																														
04/mai	581	30	30	30	30	30																													
05/mai	591	30	30	30	30	30	30																												
06/mai	602	31	31	31	31	31	31	31																											
07/mai	612	31	31	31	31	31	31	31	31																										
08/mai	622	32	32	32	32	32	32	32	32	32																									
09/mai	633	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32																								
10/mai	643	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33																							
11/mai	654	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33																						
12/mai	664	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34																					
13/mai	674	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34																				
14/mai	685	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35																			
15/mai	695	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35																		
16/mai	705	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36																	
17/mai	716	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37																
18/mai	726	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37															
19/mai	737	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38														
20/mai	747	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38													
21/mai	757	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39												
22/mai	768	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39											
23/mai	778	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40										
24/mai	788	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40									
25/mai	799	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41								
26/mai	809	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41							
27/mai	820	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42						
28/mai	830	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42					
29/mai	840	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43				
30/mai	851	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43			
31/mai	861	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44		

[illegible]

## APÊNDICE VIII - Demanda estimada de leitos de UTI por município

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Município	02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020
Tanguá	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Teresópolis	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Trajano de Moraes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Três Rios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Valença	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varre-Sai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vassouras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volta Redonda	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13	13
<b>Total</b>	331	348	326	329	346	349	346	351	357	363	369	374	381	386	393	399	405	412	417	423	429	435	441	447	452	459	464	470	476	482

## APÊNDICE IX - Demanda estimada de uso de ventilação mecânica invasiva

[illegible]

	02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020	
Município																															
Duas Barras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Duque de Caxias	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	12
Engenheiro Paulo de Frontin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Guapimirim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Iguaba Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Itaboraí	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6
Itaguaí	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Italva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Itaocara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Itaperuna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Itatiaia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Japeri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Laje do Muriaé	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Macaé	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Macuco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Magé	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Mangaratiba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Maricá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Mendes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mesquita	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Miguel Pereira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Miracema	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Natividade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nilópolis	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	



[illegible]

Município	02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020
São Francisco de Itabapoana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Gonçalo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
São João da Barra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São João de Meriti	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
São José de Ubá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São José do Vale do Rio Preto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Pedro da Aldeia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
São Sebastião do Alto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sapucaia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Saquarema	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Seropédica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silva Jardim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sumidouro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tanguá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Teresópolis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Trajano de Moraes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Três Rios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Valença	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varre-Sai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vassouras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volta Redonda	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>Total</b>	196	188	182	189	192	190	193	196	200	203	206	209	213	215	219	223	227	230	233	237	239	243	246	250	252	256	259	262	265	269

## APÊNDICE X - Demanda estimada por leitos de enfermaria

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Município	02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020
Tanguá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Teresópolis	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Trajano de Moraes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Três Rios	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Valença	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Varre-Sai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vassouras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volta Redonda	23	23	25	25	24	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35	35
<b>Total</b>	870	875	956	957	917	934	950	967	983	1000	1016	1033	1049	1066	1082	1098	1114	1130	1147	1163	1180	1196	1213	1229	1246	1262	1279	1295	1312	1328

## APÊNDICE XI - Municípios candidatos do modelo matemático

Municípios	Novos casos	Representatividade
<b>Rio de Janeiro</b>	<b>6189</b>	<b>1%</b>
<b>Duque de Caxias</b>	<b>437</b>	<b>2%</b>
<b>Niterói</b>	<b>406</b>	<b>3%</b>
<b>Nova Iguaçu</b>	<b>403</b>	<b>4%</b>
<b>São Gonçalo</b>	<b>279</b>	<b>5%</b>
<b>Volta Redonda</b>	<b>271</b>	<b>7%</b>
<b>Itaboraí</b>	<b>229</b>	<b>8%</b>
<b>São João de Meriti</b>	<b>201</b>	<b>9%</b>
<b>Belford Roxo</b>	<b>178</b>	<b>10%</b>
<b>Mesquita</b>	<b>164</b>	<b>11%</b>
<b>Magé</b>	<b>113</b>	<b>12%</b>
<b>Petrópolis</b>	<b>94</b>	<b>13%</b>
<b>Nilópolis</b>	<b>82</b>	<b>14%</b>
<b>Maricá</b>	<b>73</b>	<b>15%</b>
<b>Campos dos Goytacazes</b>	<b>65</b>	<b>16%</b>
<b>Nova Friburgo</b>	<b>57</b>	<b>17%</b>
<b>Queimados</b>	<b>56</b>	<b>18%</b>
<b>Cabo Frio</b>	<b>49</b>	<b>20%</b>
Angra dos Reis	48	21%
Teresópolis	48	22%
Macaé	47	23%
Itaguaí	44	24%
Rio das Ostras	44	25%
Saquarema	37	26%
Rio Claro	35	27%
Barra Mansa	34	28%
Araruama	33	29%
Japeri	32	30%
Paracambi	30	32%
Rio Bonito	26	33%
Resende	25	34%
São Pedro da Aldeia	24	35%
Casimiro de Abreu	23	36%
Carmo	20	37%
Duas Barras	20	38%
Macuco	20	39%
Trajano de Moraes	20	40%
Três Rios	20	41%
Barra do Piraí	19	42%
Sapucaia	19	43%
Cachoeiras de Macacu	18	45%
Iguaba Grande	18	46%
São João da Barra	15	47%

Tanguá	15	48%
Bom Jesus do Itabapoana	12	49%
Comendador Levy Gasparian	12	50%
Engenheiro Paulo de Frontin	12	51%
Armação dos Búzios	11	52%
Guapimirim	11	53%
São Francisco de Itabapoana	11	54%
Seropédica	11	55%
Paraíba do Sul	10	57%
Arraial do Cabo	8	58%
Bom Jardim	8	59%
Miguel Pereira	8	60%
Pinheiral	8	61%
Valença	8	62%
Vassouras	8	63%
Mangaratiba	7	64%
Paraty	7	65%
Carapebus	5	66%
Piraí	5	67%
Quissamã	5	68%
São Fidélis	5	70%
Silva Jardim	5	71%
Paty do Alferes	4	72%
Cambuci	3	73%
Cardoso Moreira	3	74%
Laje do Muriaé	3	75%
Natividade	3	76%
Varre-Sai	3	77%
Areal	3	78%
Itaperuna	3	79%
Itatiaia	3	80%
Mendes	3	82%
Porto Real	3	83%
Quatis	3	84%
Rio das Flores	3	85%
Santo Antônio de Pádua	3	86%
São José de Ubá	3	87%
Aperibé	2	88%
Conceição de Macabu	2	89%
Itaocara	2	90%
São Sebastião do Alto	2	91%
Sumidouro	2	92%
Cantagalo	1	93%
Cordeiro	1	95%
Italva	1	96%
Miracema	1	97%



Porciúncula	1	98%
Santa Maria Madalena	1	99%
São José do Vale do Rio Preto	1	100%

---

**APÊNDICE XII - Informações sobre a performance do modelo matemático**

O modelo possui 355.277 variáveis e 14.784 restrições. A seguir é apresentado o tempo de execução de cada caso, em segundos.

<b>Caso</b>	<b>Tempo (s)</b>
Base	7,94
#1	4,69
#2	86,00
#3	1668,55

# APÊNDICE XIII - Alocação de leitos de UTI no Estado do RJ por município com hospital de campanha - caso base

Localização do Hospital	Município de origem do paciente	02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020
Belford Roxo	Belford Roxo	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Belford Roxo	Nilópolis	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Belford Roxo	São João de Meriti	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
Cabo Frio	Araruama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Cabo Frio	Armação dos Búzios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Cabo Frio	Cabo Frio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cabo Frio	Iguaba Grande	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cabo Frio	Macaé	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cabo Frio	Rio das Ostras	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cabo Frio	São Pedro da Aldeia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	Bom Jesus do Itabapoana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	Campos dos Goytacazes	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Campos dos Goytacazes	São Francisco de Itabapoana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	São João da Barra	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Duque de Caxias	Duque de Caxias	14	15	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20	20	21
Itaboraí	Itaboraí	7	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
Itaboraí	Rio Bonito	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Itaboraí	Tanguá	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Magé	Guapimirim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Magé	Magé	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Magé	Teresópolis	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Maricá	Maricá	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Maricá	Saquarema	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Niterói	Niterói	13	14	13	13	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	18	19	19	19
Niterói	Rio de Janeiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Nova Friburgo	Cachoeiras de Macacu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nova Friburgo	Casimiro de Abreu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nova Friburgo	Nova Friburgo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
Nova Iguaçu	Itaguaí	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Nova Iguaçu	Japeri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Nova Iguaçu	Mesquita	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8
Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	13	14	13	13	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19

# **APÊNDICE XIV - Alocação de VMI no Estado do RJ por município com hospital de campanha - caso base**

Localização do Hospital	Município de origem do paciente	02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020
Belford Roxo	Belford Roxo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Belford Roxo	Nilópolis	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Belford Roxo	São João de Meriti	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Cabo Frio	Araruama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cabo Frio	Cabo Frio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cabo Frio	Macaé	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cabo Frio	Rio das Ostras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cabo Frio	São Pedro da Aldeia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	Campos dos Goytacazes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Duque de Caxias	Duque de Caxias	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12
Itaboraí	Itaboraí	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Itaboraí	Rio Bonito	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Magé	Magé	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Magé	Teresópolis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Maricá	Maricá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Maricá	Saquarema	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Niterói	Niterói	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11
Nova Friburgo	Casimiro de Abreu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nova Friburgo	Nova Friburgo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

PUC-Rio - Certificação Digital N° 1821605/CA

Localização do Hospital	Município de origem do paciente	Data de internação																														
		02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020	
Belford Roxo	Belford Roxo	15	15	17	17	16	17	18	17	17	17	18	18	18	19	19	19	19	19	20	20	21	21	21	21	22	22	23	23	23	23	23
Belford Roxo	Nilópolis	7	7	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11
Belford Roxo	São João de Meriti	17	17	19	19	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	24	25	25	26	26	26	26
Cabo Frio	Araucária	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Cabo Frio	Armação dos Búzios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cabo Frio	Arraial do Cabo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cabo Frio	Cabo Frio	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Cabo Frio	Iguaba Grande	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Cabo Frio	Macaé	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Cabo Frio	Rio das Ostras	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	
Cabo Frio	São Pedro da Aldeia	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Campos dos Goytacazes	Bom Jesus do Itabapoana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
Campos dos Goytacazes	Campos dos Goytacazes	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Campos dos Goytacazes	Carapebus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Campos dos Goytacazes	Quissamã	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Campos dos Goytacazes	São Fidélis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Campos dos Goytacazes	São Francisco de Itabapoana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Campos dos Goytacazes	São João da Barra	1	1	1	1	1																										

Localização do Hospital	Município de origem do paciente																																
		02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020		
Nova Iguaçu	Mesquita	14	14	15	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	21		
Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	34	35	38	38	36	37	38	38	39	40	40	41	42	42	43	43	44	45	45	46	47	47	48	49	49	50	51	51	52	53		
Nova Iguaçu	Paracambi	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Nova Iguaçu	Queimados	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7		
Nova Iguaçu	Seropédica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Petrópolis	Miguel Pereira	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Petrópolis	Paraíba do Sul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Petrópolis	Paty do Alferes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Petrópolis	Petrópolis	8	8	9	9	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	
Petrópolis	Sapucaia	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Petrópolis	Três Rios	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3		
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	490	532	581	582	557	568	577	588	597	608	617	628	637	648	658	667	677	687	697	707	717	727	737	747	757	767	777	787	797	807		
São Gonçalo	São Gonçalo	24	24	26	26	25	26	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	35	36	36		
Volta Redonda	Angra dos Reis	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
Volta Redonda	Barra do Pirai	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Volta Redonda	Barra Mansa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Volta Redonda	Mangaratiba	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Volta Redonda	Paraty	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Volta Redonda	Pinheiral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Volta Redonda	Pirai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Volta Redonda	Resende	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
Volta Redonda	Valença	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Volta Redonda	Vassouras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Volta Redonda	Volta Redonda	23	23	25	25	24	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35	35	
Total de leitos de enfermaria		868	873	948	950	909	926	942	960	975	991	1006	1029	1050	1065	1080	1094	1110	1124	1141	1156	1175	1193	1206	1223	1238	1252	1272	1286	1302	1316		



# APÊNDICE XVI - Alocação de leitos de UTI no Estado do RJ por município com hospital de campanha – caso 1

Localização do Hospital	Município de origem do paciente	01/05/2020	02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020
Belford Roxo	Belford Roxo	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Cabo Frio	Araruama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Cabo Frio	Armação dos Búzios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Cabo Frio	Cabo Frio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cabo Frio	Iguaba Grande	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cabo Frio	Macaé	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cabo Frio	Rio das Ostras	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cabo Frio	São Pedro da Aldeia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	Bom Jesus do Itabapoana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	Campos dos Goytacazes	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Campos dos Goytacazes	São Francisco de Itabapoana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Campos dos Goytacazes	São João da Barra	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Duque de Caxias	Duque de Caxias	14	15	14	14	15	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	19	20	20	20	20	21
Itaboraí	Itaboraí	7	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11
Itaboraí	Rio Bonito	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Itaboraí	Tanguá	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Magé	Guapimirim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Magé	Magé	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Magé	Teresópolis	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2



Localização do Hospital	Município de origem do paciente	02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020
Maricá	Maricá	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Maricá	Saquarema	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mesquita	Mesquita	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8
Nilópolis	Nilópolis	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
Niterói	Niterói	13	14	13	13	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	18	19	19	19
Nova Friburgo	Cachoeiras de Macacu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nova Friburgo	Casimiro de Abreu	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nova Friburgo	Nova Friburgo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	13	14	13	13	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19
Petrópolis	Petrópolis	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Petrópolis	Sapucaia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Petrópolis	Três Rios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Queimados	Itaguaí	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Queimados	Japeri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Queimados	Paracambi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Queimados	Queimados	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Queimados	Seropédica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	201	211	198	200	210	212	210	213	217	221	224	227	232	235	239	242	246	250	253	257	261	264	268	272	275	279	282	286	289	293
São Gonçalo	São Gonçalo	9	10	9	9	9	10	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13
São João de Meriti	São João de Meriti	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	10
Volta Redonda	Angra dos Reis	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Volta Redonda	Barra do Pirai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volta Redonda	Barra Mansa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Volta Redonda	Resende	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volta Redonda	Volta Redonda	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13
<b>Total de leitos de UTI</b>		326	346	322	324	342	348	342	349	353	359	364	368	376	381	388	392	397	403	409	415	420	428	433	439	443	450	458	467	470	477

[illegible]

# APÊNDICE XVIII - Alocação de leitos de enfermaria no Estado do RJ por município com hospital de campanha - caso 1

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1821605/CA

Localização do Hospital	Município de origem do paciente	<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div>&lt;/</div></div>																														
-------------------------	---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Localização do Hospital	Município de origem do paciente	02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020
Petrópolis	Petrópolis	8	8	9	9	8	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
Petrópolis	Sapucaia	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Petrópolis	Três Rios	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Petrópolis	Paraíba do Sul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Queimados	Itaguaí	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
Queimados	Japeri	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Queimados	Paracambi	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Queimados	Queimados	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Queimados	Mangaratiba	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Queimados	Miguel Pereira	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Queimados	Paty do Alferes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Queimados	Seropédica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	529	532	581	582	557	568	577	588	597	608	617	628	637	648	658	667	677	687	697	707	717	727	737	747	757	767	777	787	797	807
São Gonçalo	São Gonçalo	24	24	26	26	25	26	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	35	36	36
São João de Meriti	São João de Meriti	17	17	19	19	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26
Volta Redonda	Angra dos Reis	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Volta Redonda	Barra do Piraí	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Volta Redonda	Barra Mansa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Volta Redonda	Resende	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Volta Redonda	Volta Redonda	23	23	25	25	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	32	32	33	33	34	34	34	34	35	35
Volta Redonda	Paraty	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volta Redonda	Pinheiral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volta Redonda	Piraí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volta Redonda	Valença	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volta Redonda	Vassouras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Total de leitos de enfermaria</b>		868	873	948	950	909	926	942	960	975	991	1006	1029	1050	1065	1080	1094	1110	1124	1141	1156	1175	1193	1206	1223	1238	1252	1272	1286	1302	1316

**APÊNDICE XIX - Alocação de leitos de UTI no Estado do RJ por município com hospital de campanha – caso 2**

[illegible]

Localização do Hospital	Município de origem do paciente																															
		02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020	
Niterói	Niterói	13	14	13	13	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	
Niterói	Rio de Janeiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	11	14	18	22	25	29	32	31	31	31	
Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	13	14	13	13	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	
Nova Iguaçu	Belford Roxo	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
Nova Iguaçu	Itaguaí	1	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Nova Iguaçu	Japeri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Nova Iguaçu	Mesquita	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8
Nova Iguaçu	Nilópolis	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Nova Iguaçu	Paracambi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nova Iguaçu	Queimados	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Nova Iguaçu	São João de Meriti	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	6	5	3	3	2
Nova Iguaçu	Seropédica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	201	211	198	200	210	212	210	213	217	221	224	227	232	235	239	242	246	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Volta Redonda	Angra dos Reis	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Volta Redonda	Barra do Pirai	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volta Redonda	Barra Mansa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Volta Redonda	Resende	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volta Redonda	Volta Redonda	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	13	13	13
Total de leitos de UTI		326	346	322	324	342	348	342	349	353	359	364	368	376	381	388	392	397	403	409	415	420	428	433	439	443	450	458	467	470	477	



# APÊNDICE XX - Alocação de VMI no Estado do RJ por município com hospital de campanha – caso 2

Localização do Hospital	Município de origem do paciente	2020																														
		02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020	
Cabo Frio	Araruama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cabo Frio	Cabo Frio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cabo Frio	Macaé	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cabo Frio	Rio das Ostras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cabo Frio	São Pedro da Aldeia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cabo Frio	Casimiro de Abreu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Campos dos Goytacazes	Campos dos Goytacazes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Duque de Caxias	Duque de Caxias	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	
Duque de Caxias	Petrópolis	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Duque de Caxias	Sapucaia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Duque de Caxias	Três Rios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
Itaboraí	Itaboraí	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	
Itaboraí	Rio Bonito	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Itaboraí	Magé	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Itaboraí	Maricá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Itaboraí	Nova Friburgo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Itaboraí	São Gonçalo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Itaboraí	Saquarema	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Itaboraí	Teresópolis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Niterói	Niterói	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	
Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	8	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	
Nova Iguaçu	Belford Roxo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	
Nova Iguaçu	Itaguaí	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nova Iguaçu	Japeri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nova Iguaçu	Mesquita	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Nova Iguaçu	Nilópolis	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Nova Iguaçu	Paracambi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nova Iguaçu	Queimados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nova Iguaçu	São João de Meriti	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	119	114	111	115	117	115	117	119	122	123	125	127	129	131	133	136	138	140	142	144	145	148	149	152	153	156	157	159	161	163	
Volta Redonda	Angra dos Reis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Barra do Piraí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Volta Redonda	Barra Mansa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Resende	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Volta Redonda	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	
Total de VMI		189	181	177	183	186	184	186	189	193	197	200	203	207	211	214	219	222	225	227	230	233	237	241	244	245	249	251	253	256	263	

**APÊNDICE XXI - Alocação de leitos de enfermaria no Estado do RJ por município com hospital de campanha - caso 2**

Localização do Hospital	Município de origem do paciente	Data de internação																														
		01/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020	
Cabo Frio	Araruama	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Cabo Frio	Cabo Frio	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Cabo Frio	Macaré	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Cabo Frio	Rio das Ostras	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
Cabo Frio	São Pedro da Aldeia	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Cabo Frio	Casimiro de Abreu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Cabo Frio	Armação dos Búzios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cabo Frio	Arraial do Cabo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cabo Frio	Iguaba Grande	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Campos dos Goytacazes	Campos dos Goytacazes	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Campos dos Goytacazes	Bom Jesus do Itabapoana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Campos dos Goytacazes	Carapebus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	Quissamã	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	São Fidélis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	São Francisco de Itabapoana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	São João da Barra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Duque de Caxias	Duque de Caxias	37	38	41	41	39	40	41	41	42	43	44	44	45	46	46	47	48	48	49	50	51	51	52	53	53	54	55	56	56	57	57
Duque de Caxias	Petrópolis	8	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
Duque de Caxias	Sapucaia	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Duque de Caxias	Três Rios	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	
Duque de Caxias	Rio de Janeiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	17	28	39	49	60
Duque de Caxias	São João de Meriti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	7	8	
Itaboraí	Itaboraí	20	20	21	22	21	21	21	22	22	22	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	30
Itaboraí	Rio Bonito	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Itaboraí	Magé	10	10	11	11	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15
Itaboraí	Maricá	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10
Itaboraí	Nova Friburgo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Itaboraí	São Gonçalo	24	24	26	26	25	26	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	32	32	33	33	34	34	35	35	35	36	36	36
Itaboraí	Saquarea	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
Itaboraí	Tererópolis	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Itaboraí	Bom Jardim	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Itaboraí	Cachoeiras de Macacu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Itaboraí	Guapimirim	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Itaboraí	Silva Jardim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Itaboraí	Tanguá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2



Localização do Hospital	Município de origem do paciente	Data de internação																															
		01/05/2020	02/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020		
Niterói	Niterói	35	35	38	38	37	37	38	39	39	40	41	41	42	42	43	44	44	45	46	46	47	48	48	49	50	50	51	52	52	53		
Niterói	Rio de Janeiro	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	17	27	37	47	57	67	77	87	97	100	100	99	98	98	97		
Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	34	35	38	38	36	37	38	38	39	40	40	41	42	42	43	43	44	45	45	46	47	47	48	49	49	50	51	51	52	53		
Nova Iguaçu	Belford Roxo	15	15	17	17	16	16	17	17	17	17	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	23	23	23		
Nova Iguaçu	Itaguaí	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	
Nova Iguaçu	Japeri	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Nova Iguaçu	Mesquita	14	14	15	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20	21	21	21	21	
Nova Iguaçu	Nilópolis	7	7	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11		
Nova Iguaçu	Paracambi	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Nova Iguaçu	Queimados	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Nova Iguaçu	São João de Meriti	17	17	19	19	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	22	21	19	18		
Nova Iguaçu	Miguel Pereira	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nova Iguaçu	Paty do Alferes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
Nova Iguaçu	Seropédica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	490	532	581	582	557	568	577	588	597	608	617	628	637	648	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	
Volta Redonda	Angra dos Reis	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Volta Redonda	Barra do Pirai	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Volta Redonda	Barra Mansa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Volta Redonda	Resende	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Volta Redonda	Volta Redonda	23	23	25	25	24	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35	35		
Volta Redonda	Mangaratiba	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Paraíba do Sul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Paraty	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Pinheiral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Pirai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Valença	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Vassouras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Total de leitos de enfermaria		868	873	948	950	909	926	942	960	975	991	1006	1029	1050	1065	1080	1094	1110	1124	1141	1156	1175	1193	1206	1223	1238	1252	1272	1286	1302	1316		

**APÊNDICE XXII - Alocação de leitos de UTI no Estado do RJ por município com hospital de campanha – caso 3**

[illegible]

[illegible]

# APÊNDICE XXIII - Alocação de VMI no Estado do RJ por município com hospital de campanha – caso 3

Localização do Hospital	Município de origem do paciente	Data																														
		02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020	
Campos dos Goytacazes	Campos dos Goytacazes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Campos dos Goytacazes	Macaé	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Duque de Caxias	Duque de Caxias	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	
Duque de Caxias	Petrópolis	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Duque de Caxias	Sapucaia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Duque de Caxias	Três Rios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
Itaboraí	Itaboraí	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	
Itaboraí	Rio Bonito	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Itaboraí	Magé	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Itaboraí	Maricá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Itaboraí	Nova Friburgo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
Itaboraí	São Gonçalo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Itaboraí	Saquarema	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Itaboraí	Teresópolis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Itaboraí	Araruama	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Itaboraí	Cabo Frio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Itaboraí	Casimiro de Abreu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Itaboraí	Rio das Ostras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Itaboraí	São Pedro da Aldeia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	8	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	
Nova Iguaçu	Belford Roxo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	
Nova Iguaçu	Itaguaí	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nova Iguaçu	Japeri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nova Iguaçu	Mesquita	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Nova Iguaçu	Nilópolis	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Nova Iguaçu	Paracambi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nova Iguaçu	Queimados	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nova Iguaçu	São João de Meriti	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	119	114	111	115	117	115	117	119	122	123	125	127	129	131	133	136	138	140	142	144	145	148	149	152	153	156	157	159	161	163	
Rio de Janeiro	Niterói	8	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	
Volta Redonda	Angra dos Reis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Barra do Pirai	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Volta Redonda	Barra Mansa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Resende	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Volta Redonda	Volta Redonda	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Total de VMI		189	181	177	183	186	184	186	189	193	197	200	203	207	211	214	219	222	225	227	230	233	237	241	244	245	249	251	253	256	263	

Localização do Hospital	Município de origem do paciente	Mês de internação																														
		02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020	
Campos dos Goytacazes	Campos dos Goytacazes	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Campos dos Goytacazes	Macaé	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Campos dos Goytacazes	Armação dos Búzios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
Campos dos Goytacazes	Arraial do Cabo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Campos dos Goytacazes	Bom Jardim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Campos dos Goytacazes	Bom Jesus do Itabapoana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Campos dos Goytacazes	Cabo Frio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
Campos dos Goytacazes	Carapebus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	Casimiro de Abreu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3
Campos dos Goytacazes	Quissamã	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	Rio das Ostras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6
Campos dos Goytacazes	São Fidélis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	São Francisco de Itabapoana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campos dos Goytacazes	São João da Barra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Campos dos Goytacazes	São Pedro da Aldeia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Duque de Caxias	Duque de Caxias	37	38	41	41	39	40	41	41	42	43	44	44	45	46	46	47	48	48	49	50	51	51	52	53	53	54	55	56	56	57	
Duque de Caxias	Petrópolis	8	8	9	9	8	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	12	12					

Localização do Hospital	Município de origem do paciente	02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020
Itaboraí	Bom Jardim	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Itaboraí	Cachoeiras de Macacu	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Itaboraí	Guapimirim	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Itaboraí	Iguaba Grande	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Itaboraí	Niterói	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	11	15	20	27	31
Itaboraí	Silva Jardim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Itaboraí	Tanguá	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	34	35	38	38	36	37	38	38	39	40	40	41	42	42	43	43	44	45	45	46	47	47	48	49	49	50	51	51	52	53
Nova Iguaçu	Belford Roxo	15	15	17	17	16	16	17	17	17	17	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22	22	22	23	23	23
Nova Iguaçu	Itaguaí	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	0	0
Nova Iguaçu	Japeri	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0
Nova Iguaçu	Mesquita	14	14	15	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	18	18	18	19	19	19	19	20	20	20	20	20	21	21	21
Nova Iguaçu	Nilópolis	7	7	8	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11
Nova Iguaçu	Paracambi	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	0	0	0
Nova Iguaçu	Queimados	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	2	0	0
Nova Iguaçu	São João de Meriti	17	17	19	19	18	18	19	19	19	20	20	20	21	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25	25	26	26	26
Nova Iguaçu	Miguel Pereira	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Nova Iguaçu	Rio de Janeiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10	17	17
Nova Iguaçu	Seropédica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	529	532	581	582	557	568	577	588	597	608	617	628	637	648	658	667	677	687	697	707	710	710	710	710	710	710	710	710	710	710
Rio de Janeiro	Niterói	21	35	38	38	37	37	38	39	39	40	41	41	42	42	43	43	33	23	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Volta Redonda	Angra dos Reis	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Volta Redonda	Barra do Pirai	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Volta Redonda	Barra Mansa	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Volta Redonda	Resende	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Volta Redonda	Volta Redonda	23	23	25	25	24	25	25	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	31	31	32	32	33	33	34	34	34	35

Localização do Hospital	Município de origem do paciente																															
		02/05/2020	03/05/2020	04/05/2020	05/05/2020	06/05/2020	07/05/2020	08/05/2020	09/05/2020	10/05/2020	11/05/2020	12/05/2020	13/05/2020	14/05/2020	15/05/2020	16/05/2020	17/05/2020	18/05/2020	19/05/2020	20/05/2020	21/05/2020	22/05/2020	23/05/2020	24/05/2020	25/05/2020	26/05/2020	27/05/2020	28/05/2020	29/05/2020	30/05/2020	31/05/2020	
Volta Redonda	Guapimirim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Volta Redonda	Itaguaí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	6	6	
Volta Redonda	Japeri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	
Volta Redonda	Mangaratiba	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Miguel Pereira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Paracambi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	
Volta Redonda	Paraíba do Sul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Paraty	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Paty do Alferes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
Volta Redonda	Petrópolis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12	
Volta Redonda	Pinheiral	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Piraí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Queimados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	7	
Volta Redonda	Sapucaia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	
Volta Redonda	Seropédica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
Volta Redonda	Teresópolis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Volta Redonda	Três Rios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	3	3	3	
Volta Redonda	Valença	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Volta Redonda	Vassouras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Total de leitos de enfermaria		868	873	948	950	909	926	942	960	975	991	1006	1029	1050	1065	1080	1094	1110	1124	1141	1156	1175	1193	1206	1223	1238	1252	1272	1286	1302	1316	