

# ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA DOS INFECTADOS PELA COVID-19 NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Gabriella da Silva Cavalcanti<sup>1</sup>

Concorrente ao Prêmio Paulo Haddad

**RESUMO:** Diante de um cenário de pandemia da COVID-19 e um risco iminente de colapso dos sistemas de saúde, potencializada num contexto de desigualdades sociais, o presente estudo tem por objetivo investigar os determinantes da probabilidade e do tempo de sobrevivência dos infectados pelo novo coronavírus no estado do Rio Grande do Norte. Para tanto, foram utilizados os microdados oficiais de notificações de COVID-19 do referido estado para estimar a função de sobrevivência, a partir do método de Kaplan-Meier e do modelo Cox de risco. Os resultados apontaram uma queda na probabilidade de sobrevivência do infectado com o passar do tempo e que a idade, a preexistência de comorbidades como hipertensão arterial sistêmica, obesidade e doenças renais crônicas e a Região de Saúde de residência influenciam a probabilidade de sobrevivência do infectado. Tais evidências sugerem que as características individuais, a condição de saúde e de acesso aos serviços de saúde são determinantes para a sobrevivência dos infectados pela COVID-19 no Rio Grande do Norte, corroborando com as evidências internacionais.

**Palavras-Chave:** COVID-19, Pandemia, Análise de Sobrevivência.

**ABSTRACT:** Faced with a pandemic scenario of COVID19 and an imminent risk of collapse of health systems, enhanced in a context of social inequalities, the present study aims to investigate the determinants of probability and survival time of those infected by the new coronavirus in the state of Rio Grande do Norte. For this purpose, the official microdata of COVID-19 notifications of this state was used to estimate the survival function, from the Kaplan-Meier method and the Cox risk model. The results indicated a decrease in the probability of survival of the infected over time and that age, the preexisting comorbidities such as systemic arterial hypertension, obesity and chronic kidney diseases and the Region of Health of residence influence the probability of survival of the infected. Such evidence suggests that individual characteristics, health condition and access to health services are determinant for the survival of those infected with COVID-19 in Rio Grande do Norte, corroborating international evidence.

**Keywords:** COVID-19; Pandemic; Survival Analysis.

**Classificação JEL:** C34, C41, I14, I18.

**Área 8:** Questões urbanas e metrópoles.

---

<sup>1</sup>Mestre em Economia Regional, Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPECO/UFRN). E-mail:<gabriella.s.cavalcanti@hotmail.com>

# 1 INTRODUÇÃO

Desde o primeiro caso oficial de Sars-Cov-2, em dezembro de 2019, em Wuhan na China, o novo coronavírus tem causado inúmeros impactos negativos em todo o mundo (WU et al., 2020; ZHOU et al., 2020). A inexistência de uma vacina impõe aos governantes a implementação de medidas de isolamento social aliadas à ampliação de equipamentos hospitalares, aquisição de insumos e contratação de recursos humanos visando o combate à pandemia.

Em relação aos aspectos clínicos, o amplo estudo realizado na China, com dados epidemiológicos de 72.314 casos de COVID-19, encontrou evidências de que aproximadamente 80,9% dos casos são leves, 13,8% graves e 4,7% críticos (CCDC, 2020). Os casos mais graves ocorrem com maior frequência na população idosa ou naquela diagnosticada com alguma doença preexistente (doenças cardiovasculares, diabetes, doenças respiratórias crônicas, hipertensão, etc), de acordo com os estudos empíricos (CCDC, 2020; JIN et al., 2020; YANG et al., 2020).

O Brasil, em 13 de junho de 2020, já acumulava 850.796 casos de COVID-19 com 42.791 óbitos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020). A subnotificação - devido à baixa testagem tão explícita e criticada nesse país - acaba por elevar falsadamente as taxas de mortalidade e de letalidade. As taxas de letalidade e mortalidade do país atualmente são de 4,9% e 20,9%, respectivamente, muito superiores a de outros países (BATISTA et al., 2020b). Além disso, a taxa de contágio estimada para o país é igual a 1,4, a terceira mais alta do mundo, atrás apenas de Porto Rico e Bangladesh e à frente dos Estados Unidos (LICHTENTHALER-FILHO e LICHTENTHALER, 2020).

Em recente pesquisa, Batista et al. (2020a) sugerem que, para além das características próprias do novo coronavírus, os fatores socioeconômicos também podem ser determinantes para explicar a evolução do quadro clínico de um paciente contaminado pela COVID-19 no Brasil. Foi observada uma taxa maior de letalidade em indivíduos idosos, negros e pardos, sem escolaridade, residentes em municípios com IDHM baixo e internados em Unidades de Tratamento Intensivo (UTI's). A pesquisa ainda aponta que a letalidade entre autodeclarados negros e pardos é superior à dos brancos, mesmo considerando a faixa etária e nível de escolaridade, sugerindo que a taxa de letalidade é afetada pelas desigualdades de acesso ao tratamento.

No mesmo sentido, as evidências encontradas por Santos et al. (2020) mostram que a COVID-19 é mais letal na periferia do país devido ao adensamento populacional, ausência de saneamento básico e escassez na oferta de serviços de saúde. A pandemia, que começou a se disseminar no Brasil primeiro pelas rotas aéreas entre as capitais e principais centros urbanos, depois por vias rodoviárias que interligam os municípios, chega agora na periferia das grandes cidades que depende exclusivamente da rede pública de saúde (DELATORRE et al., 2020; FIOCRUZ, 2020; NORONHA et al., 2020; SANTOS et al., 2020).

Dentro desse contexto, as pesquisas que se dedicam a entender o padrão de letalidade da doença nas áreas menos privilegiadas do país se tornam relevantes, de modo a fornecer informações estratégicas aos elaboradores de políticas públicas para reduzir o número de mortes. O presente estudo pretende investigar se as características individuais e regionais podem ajudar a explicar a sobrevivência dos infectados pelo novo coronavírus no estado do Rio Grande do Norte (RN). Como se verá na próxima seção, esse estado é caracterizado por possuir indicadores socioeconômicos mais vulneráveis que à média nacional, além de uma grande heterogeneidade espacial. Adicionalmente, conforme os Boletins Epidemiológicos divulgados pela Secretaria de Estado da Saúde Pública do Rio Grande do Norte (SESAP-RN), a taxa de ocupação dos leitos destinados para o tratamento dos pacientes acometidos pelo novo coronavírus está próxima da capacidade máxima, o que intensifica o risco do colapso dos sistemas de saúde.

O objetivo desse estudo é, então, estimar a probabilidade e o tempo de sobrevivência dos infectados pela COVID-19 no estado do RN condicionado às características individuais, condição de saúde e Região de Saúde do indivíduo. Para esse fim, será utilizada a técnica de análise de sobrevivência por meio da estimação da função de sobrevivência através do método Kaplan-Meier e do modelo Cox de risco, a exemplo do que foi realizado por Nemati, Ansary e Nemati (2020) e Tian et al. (2020) para o caso da China.

Nemati, Ansary e Nemati (2020) encontraram evidências de que a probabilidade de sobrevivência aumenta com o tempo de hospitalização, sendo a probabilidade e o tempo de sobrevivência maiores para os homens do que para as mulheres. Os resultados do estudo de Tian et al. (2020) com dados de pacientes internados críticos e não-críticos da COVID-19, revelou que o sexo, idade, doenças associadas e outros fatores clínicos tem correlação com uma maior probabilidade de óbito.

O presente estudo se encontra estruturado em mais quatro seções além desta introdução. A seção 2 oferece a caracterização do estado do Rio Grande do Norte. A seção 3, por sua vez, descreve a técnica de Análise de Sobrevivência e os dados utilizados. A seção 4 apresenta e discute os resultados e, por fim, a seção 5 apresenta as principais conclusões do estudo.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DO RIO GRANDE DO NORTE

O estado do Rio Grande do Norte (RN), situado na Região Nordeste do Brasil, possui características populacionais, demográficas e socioeconômicas que, combinadas, podem contribuir para o colapso do sistema de saúde e, conseqüentemente, para o aumento da taxa de mortalidade da COVID-19. Os dados do último Censo Demográfico realizado no Brasil revelam que, em 2010, esse estado apresentou indicadores sociais mais preocupantes que a média nacional, como a baixa renda per capita (R\$545,42 contra R\$793,87 do Brasil) e alta taxa de pobreza (23,79% contra 15,20%) (IBGE, 2010). O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM-2010) do RN é igual a 0,684, o 16º do país, sendo classificado como médio desenvolvimento. Os estudos clínicos sugerem que, além dos idosos, as pessoas com alguma comorbidade são mais susceptíveis a desenvolverem o estado grave de COVID-19, aumentando a probabilidade de evoluir para óbito (CCDC, 2020; JIN et al., 2020; YANG et al., 2020). Em 2010, aproximadamente 10,8% da população potiguar tinha idade igual ou maior que 60 anos, sendo o sétimo estado brasileiro com maior proporção de idosos (IBGE, 2010).

Em relação às comorbidades, a Pesquisa Nacional de Saúde realizada pelo IBGE em 2013 indica que no estado há um elevado percentual de pessoas com idade acima de 18 anos diagnosticadas com pelo menos uma doença crônica, sendo que 21,1%, 20,8%, 5,6%, 3,7% delas com obesidade, hipertensão arterial, diabetes e asma, respectivamente (IBGE, 2015).

Além disso, o estado apresenta forte heterogeneidade espacial. A maior parte da população idosa reside no interior do estado, onde a renda per capita é inferior à média estadual, tornando-a ainda mais vulnerável. Em contrapartida, na região metropolitana e capital, há uma maior concentração de domicílios adensados (8,8%), localizados principalmente nas periferias, onde há menor acesso ao abastecimento de água encanada e esgotamento sanitário, aumentando o risco de contágio nessas localidades.

No que se refere à infraestrutura da saúde para o enfrentamento da doença, os dados do Cadastro Nacional de Estabelecimento de Saúde- CNES (2020) mostram que, ao longo do primeiro semestre de 2020, foram implementados leitos específicos para o tratamento dos pacientes infectados pelo novo coronavírus no estado. Em junho de 2020, havia 699 leitos de UTI II Adulto (aumento de 129% quando comparado ao mês de fevereiro de 2020). Do total desses

leitos, 394 foram destinados para os pacientes acometidos pela COVID-19. Contudo, a Figura 1 ilustra que os leitos de UTI são desigualmente distribuídos entre as oito Regiões de Saúde (RS) do estado<sup>2</sup>.

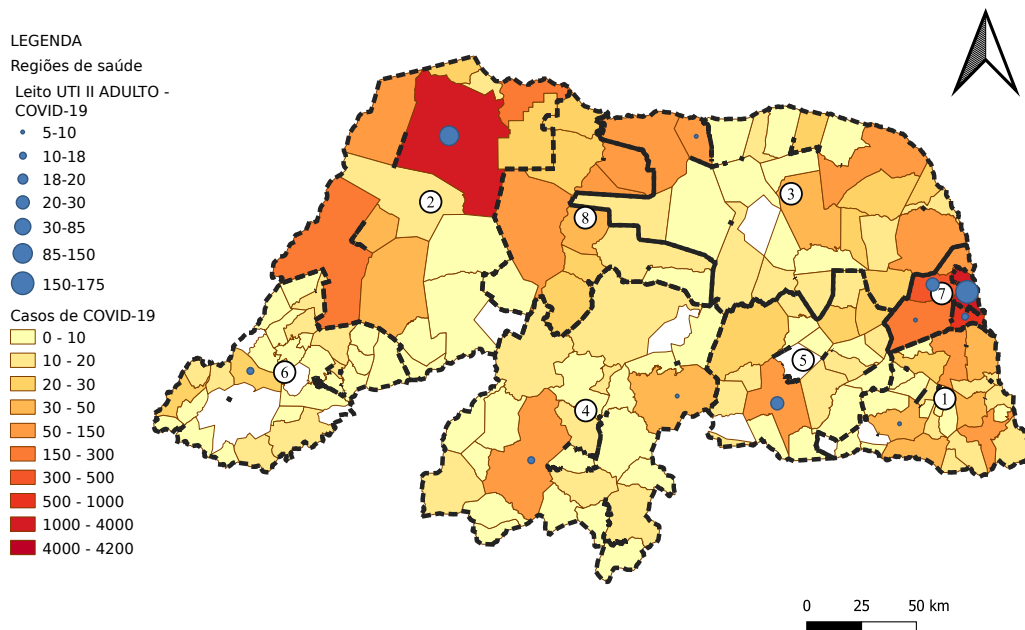


Figura 1: Regiões de Saúde do RN e distribuição dos leitos de UTI II ADULTO e dos casos de COVID-19.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da SESAP-RN.

Nota: Dados extraídos em 13 de junho de 2020, sujeitos a atualizações.

Aproximadamente 58% dos leitos de UTIs estavam localizadas na 7ª RS (Metropolitana), região que abriga a capital - epicentro da doença no estado - e que concentra 55,6% do total de casos de COVID-19 do RN. De maneira oposta, até o momento, não foi destinada nenhuma UTI para 8ª (Vale do Açu) RS, ainda que essa região tenha contabilizado 4,0% dos casos até 13 de junho de 2020.

A despeito da inauguração de leitos específicos para o tratamento dos pacientes com COVID-19, eles parecem não ser suficientes para atender a demanda da população infectada, isso porque o sistema de saúde do estado está próximo do colapso, sendo que a taxa de ocupação já atingiu a capacidade máxima em Natal e Mossoró, segundo a SESAP-RN. Até o dia 13 de Junho de 2020, foram confirmados 13.789 casos e 533 óbitos pela doença no estado (SESAP-RN, 2020). Dos 167 municípios potiguar, 156 deles já apresentaram pelo menos um caso e 74 confirmaram a ocorrência de óbitos, o que sugere o espraiamento da doença por todo território potiguar.

<sup>2</sup>As Regiões de Saúde (RS) são “espaços geográficos contínuos constituídos por agrupamentos de Municípios limítrofes [...], com a finalidade de integrar a organização, o planejamento e a execução de ações e serviços de saúde” (Ministério da Saúde, RESOLUÇÃO Nº 1, DE 29 DE SETEMBRO DE 2011)

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Análise de Sobrevivência

A técnica de Análise de Sobrevivência consiste em um conjunto de procedimentos estatísticos de análise de dados nos quais a variável de interesse é o tempo até a ocorrência de um determinado evento ou falha, mais denominada de tempo de sobrevivência (CARVALHO et al., 2011; KLEINBAUM e KLEIN, 2012; WOODRIDGE, 2002). Por tempo entende-se anos, meses, dias até o evento acontecer e por evento pode ser a morte, incidência de uma doença, recolocação (retorno ao trabalho), etc. de/em algum indivíduo. No nosso caso, a variável de interesse será o tempo em dias entre a data de início de sintomas e a data de evolução, isto é, o tempo decorrido até o paciente infectado pela COVID-19 evoluir a óbito.

Estudos de caso de análise de sobrevivência geralmente sofrem do problema de dados censurados quando não se conhece com exatidão o tempo de sobrevivência para algum(ns) indivíduo(s) da amostra (KLEINBAUM e KLEIN, 2012; GREENE, 2008). Quando o tempo verdadeiro de sobrevivência é maior do que o tempo de sobrevivência observado têm-se dados censurados à direita. No caso dos dados de infectados pela COVID-19, ocorre a censura à direita devido à limitação de atualização dos dados até a data em que este texto está sendo escrito, a saber, do dia 13 de junho de 2020, o que não permite conhecer exatamente o tempo de sobrevivência do infectado para aqueles pacientes que ainda estão internados em enfermarias ou UTI's ou estão em tratamento domiciliar da doença até a data de 12 de junho de 2020, referente à data da última informação de infectado pela Covid que consta na base de dados disponibilizada pela SESAP-RN em 13/06/2020.

Na análise de dados de sobrevivência, o arcabouço matemático é dado pela função de sobrevivência,  $S(t)$ , e pela função de risco  $h(t)$ . Denotando  $T$  como uma variável aleatória que representa o tempo de sobrevivência de um dado indivíduo e  $t$  como um valor específico do tempo  $T$ , segundo Kleinbaum e Klein (2012), a função de sobrevivência  $S(t)$  representa a probabilidade de que  $T$  exceda  $t$ , isto é  $S(t) = P(T \geq t)$ . Na presença de observações censuradas, é necessário um método alternativo para computar a probabilidade de sobrevivência conhecido como estimador de Kaplan-Meier (KLEINBAUM e KLEIN, 2012).

De acordo com Kaplan e Meier (1958), a primeira etapa do estimador requer a ordenação decrescente dos tempos de sobrevivência  $t$  até a ocorrência do evento ou falha  $f$ . A fórmula Kaplan-Meier de probabilidade de sobrevivência pode ser escrita como na Equação 1 que segue:

$$\hat{S}(t_{(f)}) = \hat{S}(t_{(f-1)}) \times \hat{Pr}(T > t_{(f)} | T \geq t_{(f)}) \quad (1)$$

esta fórmula dá a probabilidade de sobreviver após o tempo anterior de falha  $t_{(f-1)}$ , multiplicado pelo probabilidade condicional de sobreviver passado o tempo  $t_{(f)}$ , dada a sobrevivência até pelo menos o tempo  $t_{(f)}$ . Substituindo a probabilidade de sobrevivência  $\hat{S}(t_{(f-1)})$  pelo produto-limite, isto é, o produto de todas as probabilidades condicionais para os tempos de falha  $t_{(f-1)}$  e anteriores, chega-se à Equação 2 a seguir:

$$\hat{S}(t_{(f-1)}) = \prod_{i=1}^{f-1} \hat{Pr}(T > t_{(i)} | T \geq t_{(i)}) \quad (2)$$

Como bem mencionado por Greene (2008), a grande vantagem do método de Kaplan-Meier (1958) é o fato de tratar-se de uma abordagem não-paramétrica que não exige uma especificação para a função de risco que geralmente é desconhecida pelo pesquisador, além de assumir que os tempos de sobrevivência são independentes e identicamente distribuídos, eli-

minando a possibilidade de dependência de duração.

A *Hazard Function* ou função de risco  $h(t)$  representa a probabilidade de ocorrência do evento para o indivíduo por unidade de tempo em um pequeno intervalo de tempo,  $\Delta t$ , dado que o mesmo já sobreviveu até o tempo  $t$ , representado assim, o oposto da função de sobrevivência. A Equação 3 a seguir modela a função de risco:

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T \leq t + \Delta t | T \geq t)}{\Delta t} t? \quad (3)$$

Para estimar a relação entre o tempo de sobrevivência do infectado pela COVID-19, caracteristicamente censurado e as covariadas, faz-se necessário o uso de um modelo de regressão particular denominado Regressão Cox. O modelo matemático é dado pela abordagem de risco proporcional de Cox (1972) expresso em termos do risco no tempo  $t$  para um indivíduo como uma dada especificação para o vetor de variáveis explicativas denotadas por  $X$ , como na Equação 4 abaixo:

$$h(t, X) = h_0(t) e^{\sum_{i=1}^p \beta_i X_i} \quad (4)$$

na qual  $h_0(t)$  é a função de risco *baseline* em que todas as variáveis  $X_i$  são iguais a zero, e o termo  $e^{\sum_{i=1}^p \beta_i X_i}$  é o exponencial do somatório de  $\beta_i X_i$  das  $p$  variáveis explicativas  $X$  do modelo.

Os parâmetros do modelo de risco proporcional de Cox podem ser estimados utilizando o Método de Máxima Verossimilhança (MV) a partir da maximização de uma função de probabilidade parcial que considera apenas os indivíduos que sofrem o evento durante o período analisado, isto é, os não-censurados.

Dessa forma, a estimação do modelo de duração da sobrevivência aqui utilizado é obtido de acordo com a Equação 5 a seguir:

$$duração\_sobrevivência = X\beta \quad (5)$$

em que  $X$  é o vetor de variáveis explicativas contínuas de idade e tempo de diagnóstico e variáveis *dummy* de sexo, cor, tipos de comorbidades e Região de Saúde de residência do infectado.

Visando analisar a correlação entre tipos específicos de comorbidades e a probabilidade de óbito, foram criadas e inseridas *dummies* no modelo a partir da atribuição do valor 1 quando da preexistência de determinada comorbidade no indivíduo infectado e 0, caso contrário. Foram estimados vários modelos, chegando aos mais robustos e apresentados na seção de resultados.

Procedeu-se ainda da realização de testes de diagnóstico da influência de *outliers* a partir do exame dos resíduos do modelo Cox. Para fins de estimação, foi utilizado o *software* estatístico R versão 3.6.1.

### 3.2 Base de dados e estatísticas descritivas

A fonte dos dados utilizada no presente estudo é proveniente dos microdados de notificações de COVID-19 divulgados no Boletim Epidemiológico Nº 8720, em 13 de Junho de 2020<sup>3</sup>, pela SESAP-RN (2020).

Para atingir os objetivos propostos, foram considerados apenas os casos confirmados de

<sup>3</sup>Trata-se do último dado oficial do RN sobre o COVID-19 divulgado até o momento em que a atual versão desse artigo está sendo elaborada. É importante ressaltar que os dados utilizados nesse estudo estão sujeitos a atualizações, isso porque o estado do RN ainda não vivenciou o pico de contágio da doença. Soma-se a isso, a possibilidade de conter casos de subnotificação e/ou erros de notificação.

COVID-19. Dois períodos diferentes de observação do infectado foram observados: um referente à data de início dos sintomas declarada pelo indivíduo e outro referente à data de evolução do estado de saúde do infectado, que pode se referir à data de cura, de óbito ou declarando que o paciente ainda se encontra internado em enfermarias ou UTI's ou ainda em tratamento domiciliar da doença.

Para construção da variável de tempo da sobrevivência, foram contabilizados os dias entre a data de sintomas e a de óbito. Provavelmente, em decorrências de erros de notificação, em alguns casos foram atribuídos tempo de sobrevivência negativo. Esses casos foram eliminados da amostra por considerar inconsistente o fato do evento óbito acontecer antes do início dos sintomas.

Posteriormente, para identificar a ocorrência do evento morte, foi criada uma variável *dummy* a qual foi atribuído valor 1 em caso de óbito do infectado e 0 para as censuras, isto é, em caso de não ocorrência do evento óbito até o fim do estudo para os indivíduos recuperados, internados, em tratamento domiciliar da COVID-19 e para aqueles sem informação.

Adicionalmente, foram incorporadas no estudo as variáveis que identificam o sexo, a cor, a idade, doenças preexistentes, tipos de comorbidades, tempo de diagnóstico e Regiões de Saúde do infectado, conforme as estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 1. A amostra final foi de 13.738 casos confirmados de COVID-19.

Tabela 1: Estatísticas descritivas.

Variáveis	Amostra Completa	Óbitos
Número de casos	13.738	528
Tempo de sobrevivência (dias)	-	12,1
Tempo de diagnóstico (dias)	9,7	7,4
Idade (anos)	43,6	66,6
Homem	49,5%	58,0%
Cor/raça/etnia		
Branca	33,2%	26,4%
Amarela	16,5%	14,2%
Indígena	0,01%	0,00%
Parda	46,8%	56,4%
Preta	3,4%	3,1%
Doenças preexistentes		
Com comorbidade	21,3%	68,4%
Quantidade de comorbidades	0,3	1,2
Cardíacas crônicas	12,0%	41,9%
Diabetes	8,7%	39,6%
Respiratórias crônicas	3,2%	7,2%
Renais crônicas	1,1%	7,6%
Imunossupressão	0,9%	2,7%
Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS)	0,7%	16,5%
Obesidade	0,4%	6,8%
Gestante de alto risco	0,4%	0,0%
Cromossômicas	0,2%	0,4%

Região de Saúde		
Região de Saúde 1	5,9%	5,9%
Região de Saúde 2	20,3%	25,2%
Região de Saúde 3	6,7%	7,6%
Região de Saúde 4	2,9%	2,5%
Região de Saúde 5	2,9%	3,0%
Região de Saúde 6	1,6%	2,3%
Região de Saúde 7	55,6%	47,3%
Região de Saúde 8	4,0%	6,3%

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados da SESAP-RN.

Nota: Dados obtidos em 13 de junho de 2020, sujeitos a atualizações.

Em relação ao tempo médio de diagnóstico e de sobrevivência, esses são de 7,4 e 12,1 dias, respectivamente, para os pacientes que vieram a óbito. O menor tempo de diagnóstico encontrado para o grupo de pacientes que faleceram pode ser resultado da política que, diante da escassez de testes para a COVID-19, priorizou a testagem nas pessoas que pertenciam ao grupo de risco e nos pacientes sintomáticos.

Os infectados pela COVID-19 no RN têm, em média, 43,6 anos, ao passo que a média de idade dos pacientes que vieram a óbito é de 66,6 anos. Apesar da amostra dos infectados apresentar-se equilibrada em relação ao sexo dos indivíduos, a amostra de óbitos é composta majoritariamente por 58% de indivíduos do sexo masculino. Quanto à cor/raça/etnia, vê-se que 50,2% dos infectados se autodeclararam pardos e negros, assim como a maioria dos que faleceram (59,5%).

Quanto à preexistência de doenças, 21,3% dos pacientes foram diagnosticados com pelo menos um tipo comorbidade. Observa-se a incidência maior de doenças preexistentes entre os óbitos (68,4%), em especial as doenças cardíacas crônicas (41,9%), diabetes (39,6%), hipertensão arterial sistêmica (16,5%) e doenças renais crônicas (7,6%). Em média, os infectados que vieram a óbito foram diagnosticados anteriormente com 1,2 doenças e o maior número de doenças por pacientes foi igual a 4.

No que diz respeito à Região de Saúde a qual o infectado pertence, a maioria dos casos confirmados são oriundos da RS 7- Metropolitana - (55,6%), seguido pela RS 2- Mossoró - (20,3%). Por outro lado, a RS 6 apresentou a menor incidência da doença (1,6%).

## 4 RESULTADOS

Essa seção tem como objetivo discutir a potencial relação entre a probabilidade de sobrevivência de um paciente acometido pela COVID-19 e as suas características individuais e regionais, a partir da estimação de funções de sobrevivência condicionadas ao sexo, cor, idade, condição de saúde e região de residência do infectado.

É consenso entre os estudiosos que os idosos são os mais vulneráveis à doença (CCDC, 2020; JIN et al., 2020; YANG et al., 2020; BATISTA et al., 2020a). O diagnóstico e tratamento da doença nessa faixa etária deve ser rápido e eficiente, de modo a evitar o agravamento da doença e, conseqüentemente, a morte do infectado. Essa evidência também se repete no Rio Grande do Norte. Nesse estado, os indivíduos infectados com idade igual ou maior a 60 anos apresentam, em todo o período analisado, a menor probabilidade e tempo de sobrevivência na comparação com as demais faixas etárias (Figura 2). Por outro lado, os pacientes com idade de 0 a 20 anos, crianças e adolescentes, possuem probabilidade maior de sobrevivência. Es-



tes resultados são confirmados pelo teste *Log-rank* que aponta para a rejeição da hipótese nula de igualdade de probabilidade de sobrevivência ao nível de 1% de significância (p-valor de 0,0001), portanto, há diferença estatisticamente significativa nas chances de sobrevivência entre as faixas etárias.

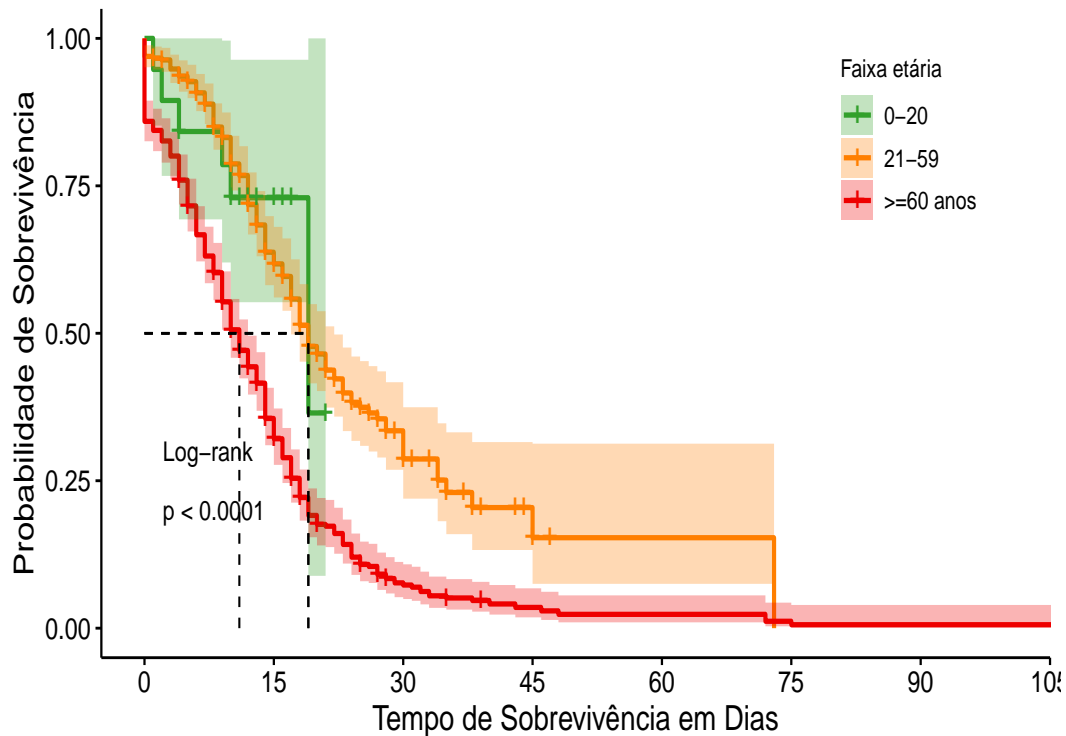


Figura 2: Probabilidade de sobrevivência do infectado de acordo com a faixa etária.  
 Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados da SESAP-RN.  
 Nota: Dados obtidos em 13 de junho de 2020, sujeitos a atualizações.

A mediana do tempo de sobrevivência, que ocorre quando a probabilidade de sobrevivência é de 50%, reforça a desigualdade da probabilidade entre as faixas etárias. A mediana do tempo de sobrevivência dos pacientes idosos é de apenas 11 dias, inferior àquela observada para os mais novos (19 dias).

A inclinação negativa da função de probabilidade de sobrevivência pode ser explicada dado que à medida que os dias passam, os sintomas tendem a se agravar levando à morte do infectado.

De acordo pesquisadores e especialistas na área da saúde a preexistência de comorbidades no infectado pela COVID-19 consiste em um fator de risco à sobrevivência do mesmo, visto que tendem a promover o agravamento da doença no organismo desse paciente (CCDC, 2020; YANG et al., 2020; BATISTA et al., 2020a; TIAN et al., 2020). Os casos mais críticos da doença geralmente ocorrem nos pacientes diagnosticados com hipertensão, diabetes ou cardiopatias, entre outras (CCDC, 2020; YANG et al., 2020; TIAN et al., 2020). Com o auxílio da Figura 3, pode-se analisar a correlação entre a preexistência de comorbidades e a probabilidade de sobrevivência do indivíduo no Rio Grande do Norte.

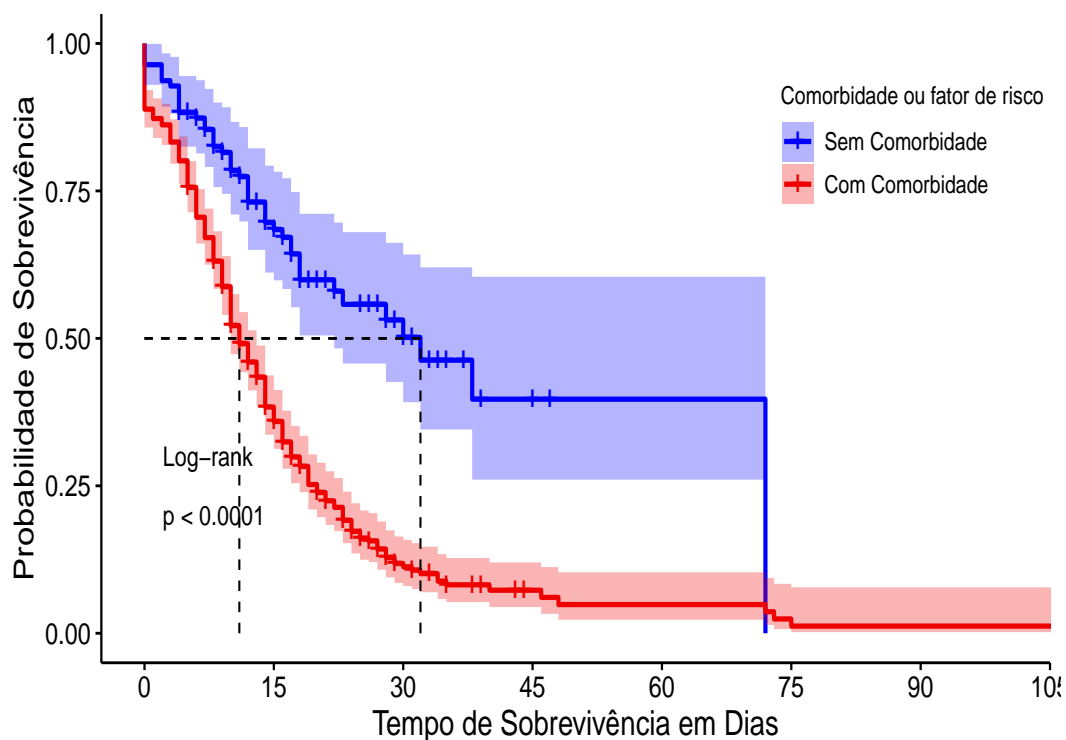


Figura 3: Probabilidade de sobrevivência do infectado segundo a preexistência de comorbidades.

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados da SESAP-RN.

Nota: Dados obtidos em 13 de junho de 2020, sujeitos a atualizações.

Em todo o tempo de análise, é evidente o distanciamento entre a curva de sobrevivência dos pacientes diagnosticados com alguma doença crônica e a curva dos demais, indicando que a probabilidade de sobrevivência dos pacientes sem comorbidades é superior à das pessoas com comorbidades. A mediana do tempo de sobrevivência dos indivíduos com comorbidade é de apenas 11 dias, ao passo que a dos indivíduos sem comorbidades é de 32 dias.

A diferença de probabilidade de sobrevivência entre os dois grupos é corroborada pelo resultado do teste *Log-rank* que sugere a rejeição da hipótese nula, ao nível de 1% de significância estatística, de que as probabilidades são iguais. Dessa forma, o resultado está alinhado com as evidências científicas que colocam as pessoas diagnosticadas com doenças associadas no grupo de risco, já que essas últimas apresentam uma menor probabilidade de sobrevivência (TIAN et al., 2020).

A oferta de insumos hospitalares fornece a capacidade instalada para o atendimento e tratamento dos infectados pela COVID-19. Entretanto, como visto anteriormente, a distribuição de tais recursos físicos e humanos no território potiguar é desigual (CNES, 2020; IPEA, 2020). Dessa forma, visando testar a hipótese de que o acesso a esses serviços de saúde tem correlação com a chance de sobrevivência do infectado pela COVID-19, a probabilidade de sobrevivência do infectado foi condicionada à Região de Saúde (RS) de residência da pessoa infectada. A Figura 4 ilustra a probabilidade de sobrevivência do infectado segundo a Região da Saúde de residência.

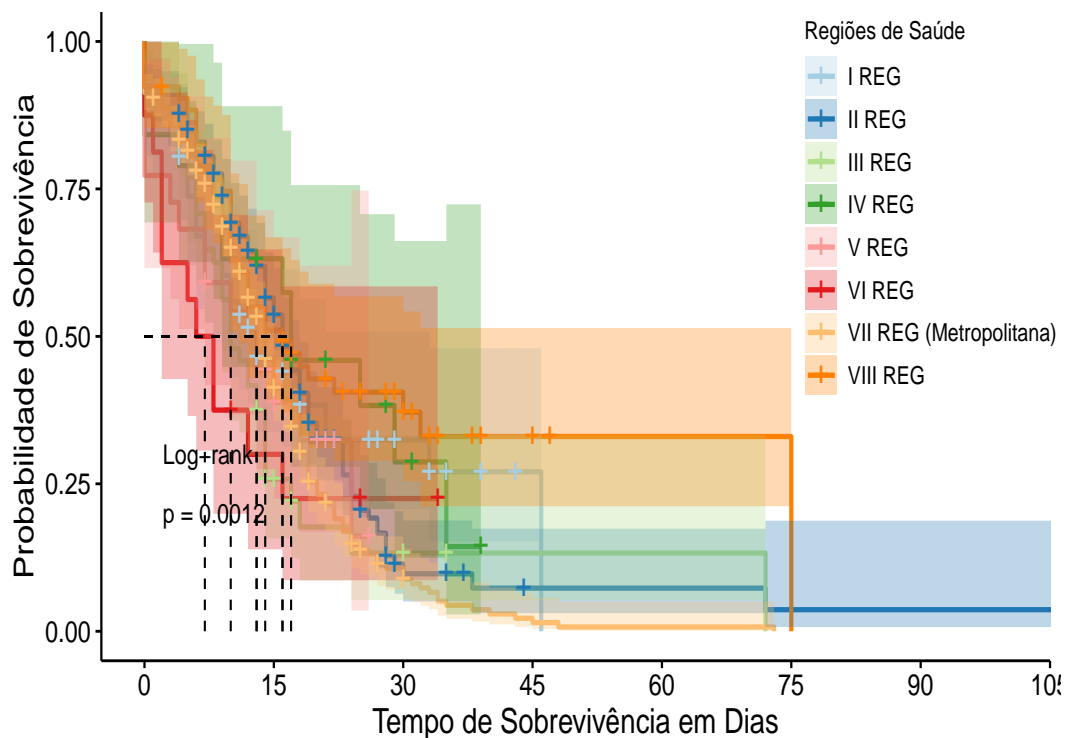


Figura 4: Probabilidade de sobrevivência do infectado segundo a Região de Saúde de residência

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados da SESAP-RN.

Nota: Dados obtidos em 13 de junho de 2020, sujeitos a atualizações.

De fato, ao nível de 1% de significância estatística, há diferença nas curvas de sobrevivência em relação à Região de Saúde. Na maior parte do período analisado, a probabilidade de sobrevivência é significativamente inferior para os indivíduos residentes na RS 6. A RS 2 (Metropolitana) é a que apresenta maior probabilidade de sobrevivência dos seus residentes. A mediana do tempo de sobrevivência para os residentes na RS 6 é de 7 dias, enquanto que a da RS 2 é de 16 dias, deixando evidente as disparidades entre as regiões de saúde.

Como visto anteriormente, a cor/raça/etnia do indivíduo infectado pela COVID-19 pode ter uma correlação com o desfecho do caso (recuperação ou óbito) (BATISTA et al., 2020a). Dessa forma, estimou-se a função de sobrevivência condicionada à cor/raça/etnia declarada pelo indivíduo como visto na Figura 5 a seguir e verificou-se que os pacientes autodeclarados da cor branca possuem maior probabilidade de sobreviver na comparação dos demais. Contudo, cabe destacar que a estatística de teste *Log-rank* foi considerada estatisticamente significativa apenas ao nível de 10%.

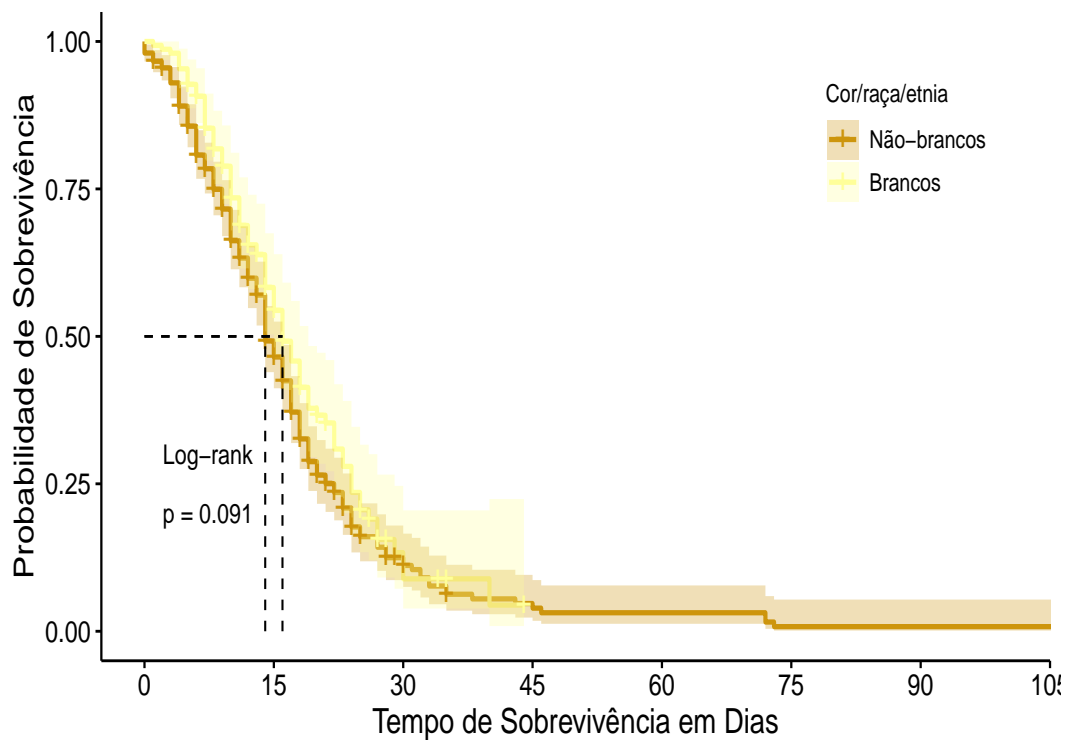


Figura 5: Probabilidade de sobrevivência do infectado segundo a cor/raça/etnia  
 Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados da SESAP-RN.  
 Nota: Dados obtidos em 13 de junho de 2020, sujeitos a atualizações.

Por fim, com o objetivo de verificar se o resultado encontrado nos estudos para a China realizados por Nemati, Ansary e Nemati (2020) e Tian et al. (2020) que sugerem que as chances de sobrevivência entre homens em mulheres são diferentes, estimou-se a função de sobrevivência condicionada ao sexo como apresentado na Figura 6.

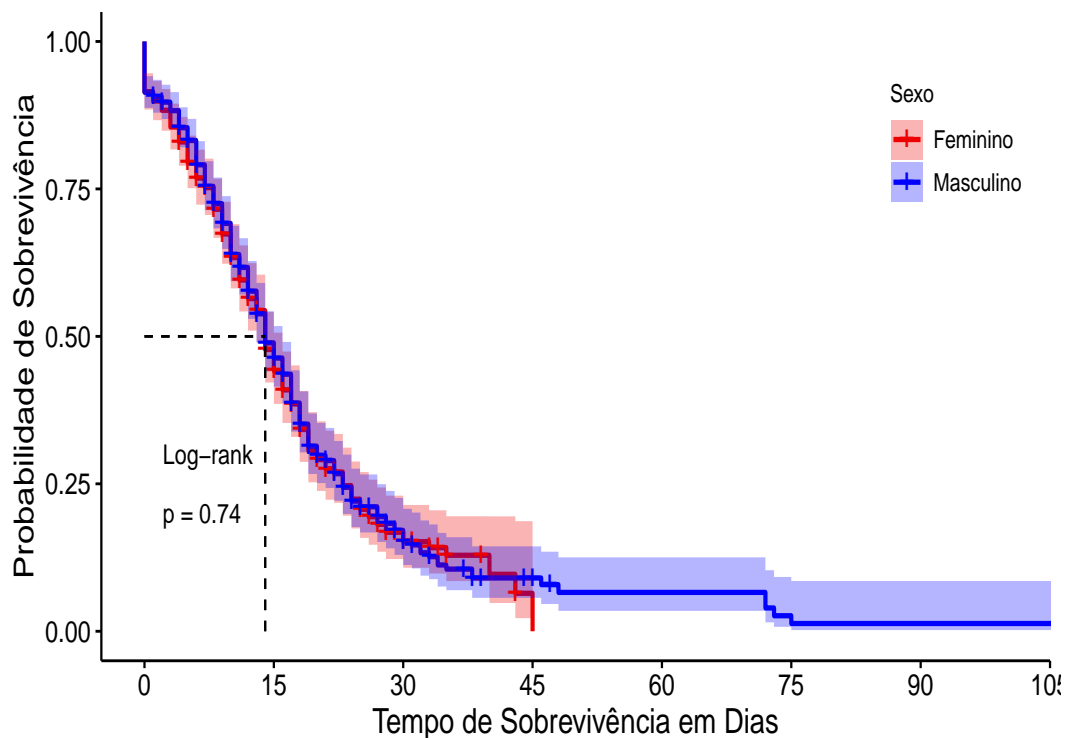


Figura 6: Probabilidade de sobrevivência do infectado segundo o sexo.

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados da SESAP-RN.

Nota: Dados obtidos em 13 de junho de 2020, sujeitos a atualizações.

Os resultados mostram que as curvas dos indivíduos do sexo feminino e do sexo masculino se encontram sobrepostas, dando indícios de que não há diferença na probabilidade de sobrevivência entre infectados dos dois gêneros no estado. A mediana do tempo de sobrevivência para os dois grupos é de aproximadamente 15 dias, sugerindo que também não há diferença no tempo de diferença para ambos os sexos. Estes resultados são confirmados pelo teste *Log-rank* que aponta para a não rejeição da hipótese nula de igualdade de probabilidade de sobrevivência, portanto, não há diferença estatística. Dentro desse contexto, o caso RN não corrobora com a evidência internacional, quando a condicionalidade é o sexo.

A seguir, serão apresentados os resultados do modelo de regressão Cox, que analisa os fatores determinantes do evento óbito dos infectados pela COVID-19 no Rio Grande do Norte, quais sejam: sexo, cor, idade, tipo de comorbidade, tempo de diagnóstico e Região de Saúde. Os coeficientes estimados foram reportados na Tabela 2. As hipóteses nulas dos testes de *Concordance*, *Likelihood ratio* e *Wald* foram rejeitadas, o que indica que as covariadas ajudam a explicar a ocorrência do evento morte pelo novo coronavírus.

Tabela 2: Resultados das estimações do modelo Cox para a Probabilidade de Óbito do Infectado

Variáveis	Coeficiente (Erro-padrão)	Exp(Coef)	Coeficiente (Erro-padrão)	Exp(Coef)	Coeficiente (Erro-padrão)	Exp(Coef)
Homem	0,11 (0,12)	1,12	0,11 (0,12)	1,12	0,09 (0,12)	1,10
Branco	-0,19 (0,13)	0,83	-0,22* (0,13)	0,80	-0,22* (0,13)	0,80
Idade	0,02*** (0,003)	1,02	0,02*** (0,003)	1,02	0,02*** (0,003)	1,02
HAS	0,50*** (0,15)	1,65	-	-	-	-
Obesidade	-	-	0,43** (0,21)	1,54	-	-
Renais crônicas	-	-	-	-	0,33* (0,20)	1,40
Tempo de diagnóstico	-0,11*** (0,01)	0,90	-0,10*** (0,01)	0,90	-0,10*** (0,01)	0,90
Região de Saúde 2	-0,89*** (0,24)	0,41	-0,81*** (0,24)	0,45	-0,88*** (0,24)	0,41
Região de Saúde 3	-0,03 (0,29)	0,97	0,03 (0,30)	1,03	-0,06 (0,29)	0,95
Região de Saúde 4	-0,63 (0,44)	0,53	-0,58 (0,45)	0,56	-0,69 (0,44)	0,50
Região de Saúde 5	-0,77* (0,42)	0,46	-0,77* (0,43)	0,46	-0,99* (0,43)	0,37
Região de Saúde 6	0,32 (0,50)	1,38	0,33 (0,50)	1,39	0,23 (0,50)	1,26
Região de Saúde 7	-0,87*** (0,24)	0,42	-0,82*** (0,25)	0,44	-0,92*** (0,24)	0,40
Região de Saúde 8	-0,60* (0,31)	0,55	-0,53* (0,31)	0,59	-0,61** (0,31)	0,54
N	502		502		502	
Nº Eventos	350		350		350	
Concordance	0,72		0,72		0,72	
Likelihood ratio test	185,4***		179,3***		178,1***	
Wald test	131,1***		124,4***		123***	
Score (Logrank) Test	123,1***		116,8***		116,6***	

Fonte: Elaboração própria a partir dos microdados da SESAP.

Nota: Dados obtidos em 13 de junho de 2020, sujeitos a atualizações.

Nota 1: Nível de significância: \*\*\* 0.01 \*\* 0.05 \* 0.1 “ ” 1

O coeficiente associado à variável individual sexo (*dummy* que atribui valor igual a 1 quando o infectado for homem) e não foi estatisticamente significativo, o que indica que o gênero parece não influenciar a probabilidade de morte. Esse resultado não corrobora com os resultados dos estudos de Nemati, Ansary e Nemati (2020) e Tian et al. (2020) na China de que homens tem maior probabilidade de morrer do que mulheres. O coeficiente da variável cor (*dummy* que atribui valor igual a 1 quando o infectado for branco) mostrou-se significativo, sugerindo que indivíduos da cor branca possuem menor probabilidade de óbito no estado, confirmando um padrão de letalidade da COVID-19 no RN similar ao do Brasil, como releva o estudo de Batista et al. (2020a). É importante ressaltar que a cor esconde uma correlação com a renda do indivíduo.

No que se refere à variável idade, observa-se que o sinal do coeficiente está de acordo com o esperado, visto que, foi observada uma relação positiva entre a idade e a probabilidade de morte confirmando os resultados dos estudos empíricos e esperado por especialistas em saúde (CCDC, 2020; BATISTA et al., 2020a; TIAN et al., 2020). O coeficiente de idade indica que 1 ano a mais de idade aumenta em 1,02 vezes o risco de morte do infectado.

Do mesmo modo, os sinais positivos e significativos dos coeficientes das variáveis de

HAS, obesidade e doenças renais crônicas sugerem uma relação direta entre a preexistência dessas comorbidades e a probabilidade do infectado evoluir a óbito. O coeficiente da *dummy* de HAS indica que o diagnosticado anteriormente com hipertensão arterial sistêmica possui um risco de morte 1,65 vezes maior do que o indivíduo que não apresenta tal comorbidade. Similarmente, os coeficientes das *dummies* de obesidade e doenças renais crônicas indicam que indivíduos que apresentam tais comorbidades possuem um risco de morte 1,54 e 1,40 vezes maior, respectivamente, do que os infectados que não são acometidos com tais doenças. Tais resultados corroboram com as evidências encontradas nos estudos empíricos de que a presença de tais comorbidades no paciente coloca-o no grupo de risco, em vista do maior risco de morte se infectado pelo novo coronavírus (CCDC, 2020; YANG et al., 2020; TIAN et al., 2020).

No que diz respeito ao tempo de diagnóstico, o coeficiente estimado sugere uma relação inversa entre o tempo de diagnóstico da COVID-19 e a probabilidade do infectado evoluir a óbito. Como se pode argumentar que quanto mais rápido o diagnóstico, mais rápido e eficaz o tratamento, impedindo que o quadro de saúde do acometido pela doença venha a se agravar e leve-o a morte, esse resultado pode parecer contraditório.

O sinal na direção contrária do esperado para o coeficiente do tempo de diagnóstico pode ser resultado da escassez de testes capaz de diagnosticar a contaminação do paciente pela COVID-19. Isso porque, inicialmente, se testava somente os pacientes sintomáticos e, além disso, os pacientes do grupo de risco eram prioridades para a realização do teste. Outra possível explicação pode ser a potencial correlação entre o tempo de diagnóstico e a Região de Saúde, tendo em vista a distribuição espacial desigual dos recursos hospitalares para o tratamento da doença.

Os coeficientes negativos e estatisticamente significativos associados às Regiões de Saúde 2 e 7 sugerem que as características locais importam. É possível que esse resultado seja explicado pela distribuição desigual dos insumos hospitalares, que estão concentrados nas duas regiões citadas, especificamente nos municípios de Natal e Mossoró, sendo os dois municípios responsáveis por 66% do total de leitos de UTI e 79% dos respiradores do Estado (CNES, 2020). Sendo assim, provavelmente os moradores das RS 2 e RS 7 possuam maior acesso a serviços de saúde mais complexos devido à proximidade a hospitais de referência que dispõem de UTI e respiradores para o tratamento dos casos graves e críticos da COVID-19 e, devido a isso, possuam maiores chances de sobrevivência (IPEA, 2020).

Os resultados dos testes de diagnóstico da influência de *outliers* a partir do exame dos resíduos do modelo Cox constataram que nenhuma observação isoladamente influencia as demais de maneira significativa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo central deste estudo consistiu em estimar a probabilidade e o tempo de sobrevivência dos infectados pela COVID-19 no estado do Rio Grande do Norte condicionados às características individuais, condição de saúde e Região de Saúde do indivíduo. Para esse fim, foi utilizada a técnica de análise de sobrevivência por meio da estimação da função de sobrevivência através do método Kaplan-Meier e do modelo Cox de risco, a exemplo do que foi realizado por Nematí, Ansary e Nematí (2020) e Tian et. al. (2020) utilizando dados de infectados na China.

Os resultados da análise de sobrevivência apontaram uma queda na probabilidade de sobrevivência do infectado com a COVID-19 com o passar do tempo, sugerindo que, com o passar dos dias, os sintomas dos infectados tendem a se agravar e levá-los a óbito, ao despeito

da relação positiva encontrada entre a probabilidade de sobrevivência e o tempo de internação no estudo de Nemati, Ansary e Nemati (2020) para pacientes com SRAG na China.

Os resultados obtidos da estimação de funções de sobrevivência apontaram que há diferenças estatisticamente significativas na probabilidade e no tempo de sobrevivência em relação à faixa etária, preexistência ou não de comorbidades e Região de Saúde de residência dos infectados. Indivíduos com idade maior ou igual a 60 anos, com comorbidades e residentes em regiões de saúde menos assistidas em termos de serviços de saúde apresentam menor probabilidade e tempo de sobrevivência.

Quanto aos resultados da estimação do modelo de risco, os coeficientes estatisticamente significantes das variáveis idade, de comorbidades como hipertensão, obesidade e doenças renais crônicas, do tempo de diagnóstico e das regiões de saúde de residência revelam que as características individuais, a condição de saúde e de acesso aos serviços de saúde podem ser determinantes para a sobrevivência do indivíduo infectado pela COVID-19 no Rio Grande do Norte, corroborando com as evidências internacionais (CCDC, 2020; YANG et al., 2020; NEMATI, ANSARY e NEMATI, 2020; TIAN et al., 2020).

Sendo assim, o estudo traz uma importante contribuição para efeito de formulação de políticas públicas ao concluir que, para além das características próprias do novo coronavírus, os aspectos individuais e regionais também podem ser determinantes para explicar a sobrevivência de um paciente contaminado pela COVID-19. Foi observado que as características populacionais, demográficas e socioeconômicas de uma localidade podem contribuir para aumentar a vulnerabilidade da população ao vírus e o risco de colapso do sistema de saúde. Dessa forma, é preciso levar em conta os indicadores socioeconômicos de cada localidade visando atender àquela determinada realidade social e reduzir o número de mortes.

De posse da informação dos fatores determinantes para a sobrevivência e do tempo de recuperação/alta dos infectados pela COVID-19 é possível um melhor planejamento das ações de combate à pandemia como, por exemplo, alocar de maneira mais eficiente os equipamentos hospitalares, leitos de UTI e respiradores que, por sua vez, ainda se encontram muito concentrados em certas regiões do Estado, ao contrário da incidência da doença que passa por um processo de interiorização. Uma distribuição espacial mais igualitária dos recursos hospitalares entre as regiões de saúde garantiria a igualdade de oportunidade de acesso aos serviços de saúde, aumentando as chances de sobrevivência dessa parcela da população.

Contudo, é importante salientar que o estudo possui algumas limitações. A primeira se refere à subnotificação de infectados e, principalmente, recuperados devido à baixa testagem da população e a falta de acompanhamento médico dos infectados em tratamento domiciliar. Do mesmo modo, a delimitação espacial da análise para o Estado do Rio Grande do Norte limita a interpretação dos resultados obtidos para esse Estado, que possui características populacionais, demográficas e socioeconômicas destoantes dos demais, e a comparação com outros estudos. Além disso, devido à atualização dos dados da SESAP-RN, a análise considerou apenas os casos confirmados de COVID-19 no Estado do Rio Grande do Norte até a data de 13 de Junho de 2020, conseqüentemente acabou por censurar aqueles infectados que se recuperaram ou vieram a óbito após essa data.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução Nº 1 de 29 de Setembro de 2011. **Ministério da Saúde**. Disponível em: <<https://www.conass.org.br/wp-content/uploads/2017/02/CIT12011.pdf>>.



- BATISTA, A. et al. Análise socioeconômica da taxa de letalidade da COVID-19 no Brasil. **Núcleo de Operações e Inteligência em Saúde (NOIS)**. Nota Técnica 11 - 27/05/2020. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1tSU7mV40PnLRFMMY47JIXZgzkk1vkyd0/view>>. Acesso em: 27 maio 2020.
- BATISTA, A. et al. Evolução da epidemia de COVID-19 no Brasil até 04 de maio de 2020. **Núcleo de Operações e Inteligência em Saúde (NOIS)**. Nota Técnica 10 - 05/05/2020. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/17a9F6WEmCoihJmXF3KMHEI1jWo51xarz/view>>. Acesso em: 27 maio 2020.
- CARVALHO, M. S. et al. **Análise de sobrevivência: teoria e aplicações em saúde**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2011. 432 p.
- DELATORRE, E. et al. Tracking the onset date of the community spread of SARS-CoV-2 in Western Countries. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 24 Apr 2020. Disponível em: <<https://doi:10.1590/0074-02760200183>>.
- FERRAZ, R. O.; MOREIRA-FILHO, D. C. Análise de sobrevivência de mulheres com câncer de mama: modelos de riscos competitivos. **Ciência & Saúde Coletiva**. v. 22, n. 11, p. 3743-3753, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-812320172211.05092016>>.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Interiorização do Covid-19 e as redes de atendimento em saúde. **MonitoraCovid-19 - FIOCRUZ**. Nota Técnica 02 de maio de 2020. Disponível em: <[https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/monitoracovid\\_notatecnica\\_04\\_05\\_20.pdf](https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/monitoracovid_notatecnica_04_05_20.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2020.
- GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 6. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice-Hall, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 8 abr. 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saúde: 2013: ciclos de vida: Brasil e grandes regiões**; 2015. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Mobilidade Urbana e o Acesso ao Sistema Único de Saúde Para Casos Suspeitos e Graves de Covid-19 nas Vinte Maiores Cidades do Brasil**. Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais. Brasília, 2020. Nota Técnica. n. 14. p. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=35442&Itemid=7](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=35442&Itemid=7)>. Acesso em: 23 maio 2020.
- JIN, J-M. Gender Differences in Patients With COVID-19: Focus on Severity and Mortality. **Front Public Health**, v. 8, n. 152, 29 Abr. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00152>>. Acesso em: 01 maio 2020.
- KAPLAN, E. L.; MEIER, P. Nonparametric estimation from incomplete observations. **Journal**

of the **American Statistical Association**, v. 53, n. 282, p. 457-481, 1958.

KEINBAUM, D. G.; KLEIN, M. **Survival Analysis: A Self-Learning Text**, 3 ed., Statistics for Biology and Health, 2012.

LICHTENTHALER-FILHO, R.; LICHTENTHALER, D. G. A dynamic model for Covid-19 in Brazil, **medRxiv**. Abr. 2020, Disponível em: <<https://doi.org/10.1101/2020.05.10.20097550>>. Acesso em: 26 maio 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde - Datasus**. Brasília, 2020. Disponível em: <<http://cnes.datasus.gov.br/>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Painel Coronavírus**. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://covid.saude.gov.br/>>. Acesso em: 24 maio 2020.

NEMATI, M.; ANSARY, J.; NEMATI, N. COVID-19 Machine Learning Based Survival Analysis And Discharge Time Likelihood Prediction Using Clinical Data. PATTERNS-D-20-00052. **SSRN**. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3584518> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3584518>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

NORONHA K.V.M.S. et al. Pandemia por COVID-19 no Brasil: análise da demanda e da oferta de leitos hospitalares e equipamentos de ventilação assistida segundo diferentes cenários. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 36, n. 6, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00115320>>.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2019. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>.

RIO GRANDE DO NORTE (Estado). Secretaria de Estado da Saúde Pública. **Boletim Epidemiológico Nº 87**. Rio Grande do Norte, 2020. Disponível em: <<https://covidrn.lais.ufrn.br/medidas/boletinsepidemiologicos/>>. Acesso em: 13 jun. 2020.

SANTOS, J.P.C. et al. Vulnerabilidade a formas graves de COVID-19: uma análise intramunicipal na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 36, n. 5, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311x00075720>>.

TIAN, R. et al. Clinical characteristics and survival analysis in critical and non-critical patients with COVID-19 in Wuhan, China: a single-center retrospective case control study. **Research Square**, p. 1-15, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs32964/v1>>.

The Novel Coronavirus Pneumonia Emergency Response Epidemiology Team. The Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19) - China, 2020. **CCDC Weekly**, v. 2, n. 8, p. 113-122, 2020. Disponível em: <[10.46234/ccdcw2020.032](https://doi.org/10.46234/ccdcw2020.032)>. Acesso em: 27 maio 2020.

WOOLDRIDGE, J. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge: MIT

Press Books, 2002.

WU, F. et al. A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. **Nature**, v. 579, n. 7798, p. 265-269, 2020.

YANG, J. Prevalence of comorbidities and its effects in patients infected with SARS-CoV-2: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Infectious Diseases**, n. 94, p. 91-95, 5 Mar. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.03.017>>. Acesso em: 01 maio 2020.

ZHOU, P. et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. **Nature**, v. 579, n. 7798, p. 270-273, 2020.