



Nota Técnica [Nº 02]

– EFICIÊNCIA NO COMBATE À MORTALIDADE PELO COVID NO CEARÁ –

RESUMO DA CONJUNTURA DO COVID NO CEARÁ:

- Segundo dados de 16 de junho de 2020, o Ceará é o segundo colocado no ranking de óbitos por habitante no país.
- Em termos de óbitos, o número de 5.192 vidas perdidas no estado corresponde a uma taxa de mortalidade de 6,3%, a 3º maior no país.
- Os números são ainda mais preocupantes na capital, Fortaleza, cuja taxa de mortalidade é de 9,7%, uma das maiores, se comparadas com as demais capitais.
- Quando os números da infraestrutura hospitalar são ponderados pela população, fica evidente que a 1ª coordenadoria regional de saúde (Fortaleza) concentra boa parte dos equipamentos, leitos, enfermeiros e médicos.
- A maior taxa de mortalidade é evidenciada na coordenadoria regional de Fortaleza.



Nota Técnica [Nº 02]

EFICIÊNCIA NO COMBATE À MORTALIDADE PELO COVID NO CEARÁ ^{1,2}

Pesquisadores

Jaime de Jesus Filho (TCE/CE)

Paulo Rogério Faustino Matos (FEAAC/UFC)

¹ As evidências e resultados obtidos neste estudo são estritamente técnicos e não expressam ou representam a opinião das instituições às quais pertencem os autores.

² Este estudo faz parte da Pesquisa Cientista-Chefe do TCE, com suporte financeiro da FUNCAP.

Apresentação

O atual cenário vivenciado no Brasil parece ser caracterizado por um determinante atípico de natureza associada à saúde pública, cujos resultados, positivos ou negativos, são influenciados diretamente pela condução de políticas públicas nas esferas federal, estadual e municipal. Estes resultados em termos de casos e óbitos associados à pandemia do COVID são ainda influenciados por um histórico de políticas públicas que hoje determinam o status da infraestrutura hospitalar nas mais de 5500 cidades brasileiras, assim como determinam o status de infraestrutura básica das dezenas de milhões de moradias, principalmente em termos de saneamento básico. Estas políticas conduzidas há décadas também são responsáveis pelo nível de escolaridade heterogêneo e baixo na média dos municípios e obviamente influenciaram no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). Por fim, esse vetor de políticas também implicou em uma situação fiscal austera, porém com níveis limítrofes de endividamento e gasto nos estados e na federação, sugerindo haver pouco ou limitado recurso a ser alocado emergencialmente no combate à pandemia em 2020, sem que isso acarrete no descontrole e na insolvência da dívida soberana do país.

Neste contexto, medidas emergenciais precisam ser postas em prática e aqui sugere-se analisar se as medidas tomadas pelas 22 coordenadorias regionais de saúde do estado do Ceará estão sendo eficientes no combate à mortalidade pelo COVID.

O objetivo geral desta prática inovadora do TCE Ceará é cumprir com seu ofício de “ser guardião dos recursos públicos estaduais, contribuindo para o aprimoramento da governança e da gestão pública em benefício da sociedade”. O objetivo específico deste estudo consiste em caracterizá-lo como um instrumento adicional às práticas exitosas já desenvolvidas pelo TCE-CE, agregando na discussão da mensuração da eficiência da máquina pública e da sugestão de políticas públicas no campo da saúde.

Tal iniciativa visa inferir se a infraestrutura hospitalar das coordenadorias regionais está sendo usada da melhor forma possível, no sentido de aumentar a taxa de sobrevivência, ou seja, reduzir a taxa de mortalidade por COVID. O resultado final sugere um indicador de eficiência relativa, sendo mais eficiente aquele regional que consegue maior sobrevivência com menos recursos humanos e físicos nos hospitais.

Esta análise pode ser útil, ao subsidiar a adoção de medidas, como providenciar deslocamentos de pacientes entre as áreas delimitadas pelas Coordenadorias Regionais de Saúde, ou tentar a concessão temporária de aparelhos respiradores e até a remoção de médicos e enfermeiros. Essas estratégias aparentemente simples e de baixo custo podem ajudar em um combate mais igual à toda a população do estado do Ceará. No entanto, os dois pesquisadores atentam para o fato de que o uso de mais variáveis, como leitos exclusivos de UTI, ambulâncias e medicamentos podem ser muito úteis para complementar este estudo sobre a eficiência em salvar vidas nas 22 regiões de saúde no Ceará. O estudo ainda faz ressalvas que os casos de subnotificação consistem em um limitador da pesquisa.

Sumário

Contexto inicial	5
Comparação entre Ceará e demais entes federativos	6
Situação do Ceará e de Fortaleza	8
Situação das Macrorregiões de Saúde do Ceará	9
Situação das Coordenadorias Regionais de Saúde do Ceará	11
Considerações Finais e Sugestões de Políticas Públicas	15
Referências	16
Apêndice - Metodologia	17
Apêndice – Dados completos das CRES	20

Contexto inicial

A pandemia experimentada pela sociedade mundial, vista como um fenômeno raro e de difícil previsão e solução, traz números de casos confirmados e óbitos registrados que caracterizam uma dinâmica complexa e incerta. A forma como o contágio se dá ao longo dos países sugere uma heterogeneidade dos padrões de curvas de evolução dos casos e óbitos.

Assim, sete meses após as primeiras notícias em meados de dezembro de 2019, são mais de 8 milhões de casos reportados em mais de 180 países, das quais resultaram em mais de 445 mil mortes, ou seja, uma mortalidade de aproximadamente 5,4% no mundo. Esses números precisam ser vistos com certa cautela, em razão da possibilidade de subnotificação dos casos, ou mesmo erro na notificação dos óbitos associados a outros determinantes.

De todo modo, o Brasil ocupa a infeliz segunda posição em quantidade de mortes, atrás apenas dos Estados Unidos, com quase 120 mil mortes, segundo dados de 16 de junho de 2020. No Brasil, exatamente nesta mesma data, após 3 meses da primeira morte reportada em São Paulo em 16 de março de 2020, são 923.189 casos registrados, 45.241 óbitos notificados e 441.729 casos de recuperação noticiados. Os países que sucedem ao Brasil em óbitos são o Reino Unido com 41.969 mortes, a Itália com 34.405 registros fatais e a Espanha com 27.136 óbitos. Em todos estes, as curvas de evolução sugerem que os países europeus já passaram a pior fase há algum tempo, evidência não consensual ainda no Brasil.

O padrão de evolução no Brasil é extremamente preocupante pelas condições de saneamento básico, de saúde pública, e de urbanismo nas áreas mais humildes. Observa-se um padrão de evolução muito dinâmico e heterogêneo entre estados e regiões, sendo a região Sudeste a que registra mais casos, com 324.604, com maior participação de São Paulo e Rio de Janeiro. A segunda região com mais casos é o Nordeste, com 325.796 casos, influenciado pelo Ceará. A região Sul é a que apresenta menos casos, com pouco mais de 41 mil notificações.

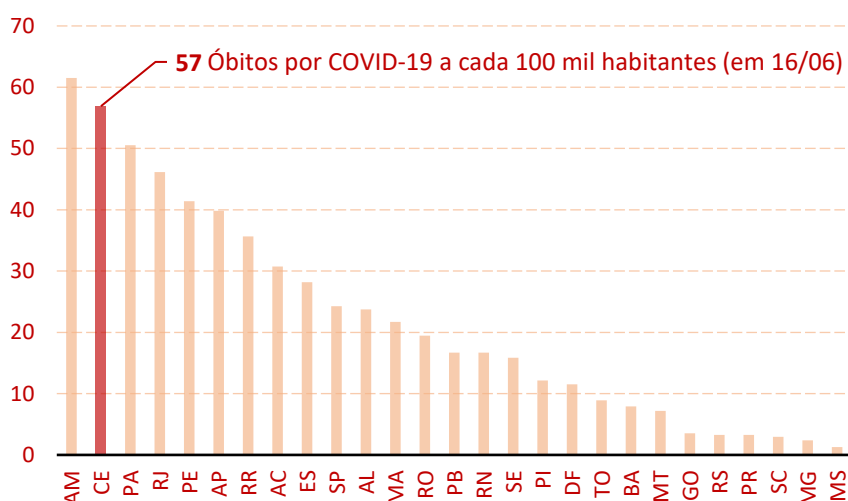
Este contexto sugere que seja estudado em cada unidade federativa a dinâmica da evolução e como estão sendo conduzidos nos hospitais os procedimentos tendo em vista a redução da mortalidade.

Neste sentido, este estudo visa comparar a eficiência relativa no uso da infraestrutura hospitalar pelas 22 coordenadorias regionais de saúde do estado do Ceará no combate à mortalidade, considerando insumos observáveis, como quantidade de médicos, enfermeiros, leitos de internação e aparelhos respiradores. A relevância desta aplicação de ferramentas matemáticas está associada a uma infraestrutura muito heterogênea no estado cearense, o qual ocupa posições preocupantes nos rankings de óbitos, casos e mortalidade.

Comparação entre Ceará e demais entes federativos

Após a primeira morte notificada no estado do Ceará no dia 26 de março deste ano, a evolução de casos e de óbitos pelo novo Corona vírus tem evoluído rapidamente. Segundo dados de 16 de junho de 2020, extraídos do brasil.io, o estado é o segundo colocado no ranking de óbitos por habitante, como se observa na Figura 1, a seguir. Em 1º lugar, o estado do Amazonas registra mais de 61 mortes a cada 100 mil habitantes, enquanto no Ceará, são 57 óbitos a cada 100 mil habitantes. Um pouco mais distante aparece o estado paraense com menos de 51 óbitos a cada 100 mil habitantes. Em todas as demais unidades federativas subnacionais, este valor é inferior a 50, sendo observado um patamar abaixo de 5 óbitos a cada 100 mil habitantes nos estados de Goiás, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul.

FIGURA 1: Óbitos por habitantes nos estados brasileiros



Obs.: Fonte dos dados de óbitos: brasil.io, de 16 de junho de 2020.

Segundo dados de 16 de junho de 2020, no Ceará já são registrados 82.169 casos e 5.192 óbitos, o que coloca o estado cearense como 3º colocado no ranking de números absolutos de casos e óbitos. Apenas São Paulo com mais de 11 mil óbitos e Rio de Janeiro com quase 8 mil mortes superam os números fatais do Ceará. Outros indicadores podem ser observados na Tabela 1, a seguir.

É muito preocupante não somente ter sido um dos primeiros estados a registrar casos e óbitos, mas permanecer persistentemente dentre as primeiras colocações no ranking com as 27 unidades federativas subnacionais.

Em termos de óbitos, o número de 5.192 vidas perdidas corresponde a uma taxa de mortalidade (relação entre óbitos e casos) de 6,3%, a 3º maior no país. A colocação menos ruim do estado consiste no indicador de total de casos a cada 100 mil habitantes, com quase 900, sendo o 5º lugar neste critério.

Como será visto nas próximas seções, os números são ainda mais preocupantes na capital, Fortaleza, cuja taxa de mortalidade é de 9,7%, uma das maiores, se comparadas com as demais capitais do país.

TABELA 1: Indicadores sobre casos e óbitos por COVID nas unidades federativas

Estado	Mortalidade	Total de mortes por 100 mil habitantes	Total de casos por 100 mil habitantes	Total de mortes	Total de casos
AC	2,7%	30,7	1.134,2	271	10.003
AL	3,4%	23,8	708,1	793	23.632
AM	4,4%	61,5	1.399,8	2.550	58.018
AP	1,9%	39,8	2.131,2	337	18.024
BA	3,0%	7,9	263,6	1.181	39.206
CE	6,3% [3°]	56,9 [2°]	899,8 [5°]	5.192 [3°]	82.169 [3°]
DF	1,4%	11,5	842,3	348	25.397
ES	3,9%	28,2	722,4	1.132	29.030
GO	2,1%	3,5	168,6	249	11.836
MA	2,5%	21,7	886,4	1.537	62.711
MG	2,3%	2,4	104,0	502	22.024
MS	1,0%	1,3	136,2	36	3.785
MT	3,6%	7,2	197,4	250	6.877
PA	5,9%	50,6	862,4	4.350	74.192
PB	2,2%	16,7	749,8	671	30.128
PE	8,5%	41,4	485,8	3.959	46.427
PI	3,4%	12,2	353,1	398	11.559
PR	3,5%	3,3	93,5	372	10.690
RJ	9,6%	46,1	482,7	7.967	83.343
RN	3,8%	16,7	433,8	585	15.212
RO	2,7%	19,5	732,0	346	13.010
RR	3,1%	35,7	1.144,8	216	6.935
RS	2,3%	3,3	144,8	374	16.471
SC	1,5%	3,0	201,0	212	14.402
SE	2,2%	15,8	709,5	364	16.310
SP	5,9%	24,2	414,4	11.132	190.285
TO	1,9%	8,9	464,7	140	7.309

Obs.: Fonte dos dados de óbitos e casos: brasil.io, de 16 de junho de 2020.

Apesar da robusta evidência sobre a gravidade da pandemia no Ceará, há sim boas notícias, sobre o número de dias necessários para a quantidade de óbitos dobrarem.

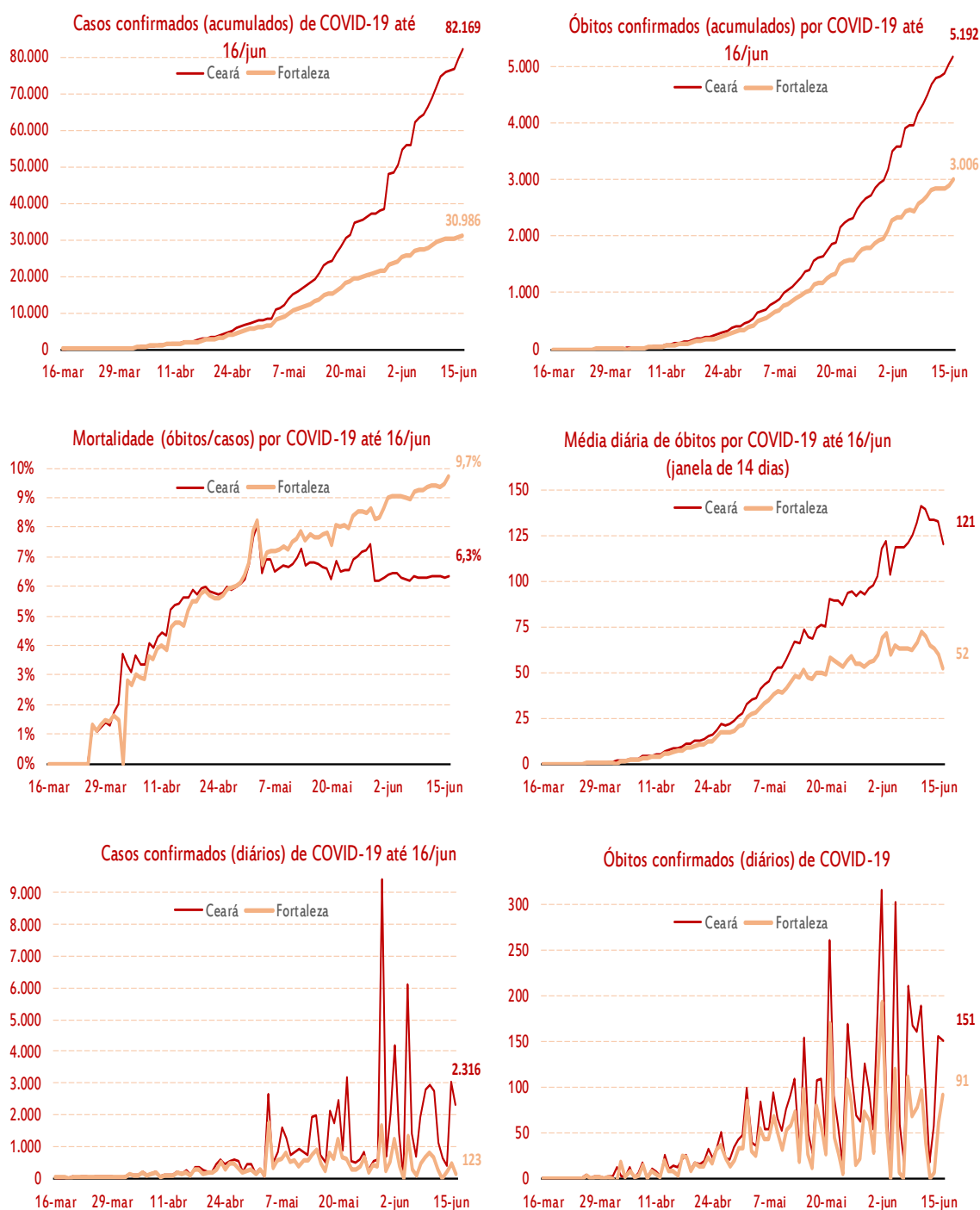
Há dois mês, no dia 16 de abril, foram necessários apenas 6 dias para que os óbitos passassem de 67 (10 de abril) para 135 (16 de abril). A partir do dia 22 de abril, os óbitos dobram a cada 7 ou 8 dias e a partir de 06 de maio, os óbitos tem dobrado somente a cada 11 dias, na média. A partir de 24 de maio, o estado necessita de 14 dias para dobrar de quantidade. Já no último dia da amostra, 16 de junho, foram necessários 21 dias para a quantidade de óbitos duplicar, saindo de um patamar de 2.600 óbitos em 26 de maio para quase 5.200 em 16 de junho.

Infelizmente, mesmo com as medidas de isolamento e com a conscientização da sociedade cearense, e assumindo que a taxa de crescimento de mortes está reduzindo, ainda assim, é provável que haja mais de 8 mil óbitos até o final de junho de 2020 no Ceará.

Situação do Ceará e de Fortaleza

A Figura 2, a seguir reporta a dinâmica da evolução dos principais indicadores do COVID no estado e na capital.

FIGURA 2: Indicadores sobre casos e óbitos por COVID no Ceará e em Fortaleza



Obs.: Fonte dos dados de óbitos e casos: brasil.io, de 16 de junho de 2020.

Após a primeira morte notificada no estado do Ceará no dia 26 de março deste ano, a evolução de casos e de óbitos pelo novo Corona vírus tem evoluído rapidamente, sendo a taxa de crescimento mais elevada na capital do que no estado, se for considerado os meses de maio e junho. Em Fortaleza, já são 30.986 casos, com 3.006 óbitos notificados até 16 de junho. Até a primeira semana de maio, havia um padrão comum na mortalidade da capital e do estado, mas a partir daí, é preocupante observar que enquanto a mortalidade tem estacionado em um nível abaixo de 6,5% desde 30 de maio no Ceará, na capital a trajetória sugere nitidamente uma evolução constante, sendo o pico de mortalidade observado no último dia da amostra, 16 de junho, com 9,7%. O padrão de óbitos confirmados considerando uma média de uma janela móvel com os últimos 14 dias sugere que ao menos em Fortaleza, o tal platô possa estar começando a se configurar nesta primeira quinzena de junho. Este padrão fica ainda mais estável e caracterizado se a média levar em consideração a amostra completa de óbitos como janela móvel.

A importância de se analisar a dinâmica a partir de janelas móveis se dá em razão da elevadíssima oscilação nos números diários de casos ou óbitos na capital e no estado. Como exemplos pontuais, registra-se que houve 44 óbitos no estado no dia 20 de maio e 261 no dia seguinte, ou seja, um aumento de quase 500% e 24 horas. Há ainda um caso mais recente. Em 02 de junho foram notificadas 316 mortes, maior valor em todo o tempo, havendo no dia seguinte, 101 mortes, ou seja, menos de 1/3.

Há uma heterogeneidade nesses números registrados na capital. Segundo o Informe da 21ª Semana Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde de Fortaleza, entre os cinco bairros da capital com maior número de casos estão aqueles com muito alto IDH (Meireles, Aldeota), consequência ainda do início da epidemia, e bairros populosos com alta letalidade, como Barra do Ceará e onde o aumento da transmissão foi perceptível mais recentemente: Jangurussu e Messejana. Segundo dados da terceira semana de maio, 119 bairros de Fortaleza já registram mortes de residentes, sendo evidente uma tendência de concentração de mortes, principalmente, na Regional I (destaque para Barra do Ceará, Vila Velha e Cristo Redentor); nos bairros que fazem divisa com Caucaia da Regional III; e nos aglomerados da Regional II Meireles-Aldeota, Vicente Pinzon-Cais do Porto e São João do Tauape (Grande Lagamar). O aumento recente das mortes em alguns bairros da Regional V não foi similar ao que aconteceu na Regional VI. A grande maioria das mortes ocorreu entre moradores de bairros de baixo e muito baixo IDH.

Situação das Macrorregiões de Saúde do Ceará

Os números já analisados mostram ser grave a situação da capital e do estado, mas pouco dizem ainda sobre a situação das demais cidades, ou nas 5 macrorregiões de saúde do Ceará.

Neste sentido, a Tabela 2 traz os dados tanto de óbitos e casos de COVID, como oferece insights interessantes sobre a infraestrutura hospitalar.

Como esperado pela dinâmica do contágio, o qual começou pela capital, é exatamente na 1ª macrorregião, onde está Fortaleza, que os números são muito preocupantes. Impressiona observar quase mais de 1.100 casos a cada 100 mil habitantes, assim como os 88 óbitos a cada 100 mil habitantes, quando no estado são 57 óbitos a cada 100 mil habitantes. Nas demais macrorregiões, os óbitos a cada 100 mil habitantes oscilam entre 11 (Cariri) e 33 (Sobral).

TABELA 2: Dados das macrorregiões de saúde do Ceará

	1ª MACRO - FORTALEZA	2ª MACRO - SOBRAL	3ª MACRO - CARIRI	4ª MACRO - SERTAO CENTRAL	5ª MACRO - LITORAL LESTE E JAGUARIBE	TOTAL
--	----------------------	-------------------	-------------------	---------------------------	--------------------------------------	-------

DADOS SOBRE O COVID. Fonte: www.brasil.io. Data referência:16.06.2020. Obs.: Há 1.778 casos cuja localização é indefinida.

CASOS CONFIRMADOS	52.610	15.830	3.550	4.721	3.680	80.391
CASOS CONFIR. (POR 100 MIL HAB.)	1.100	953	238	726	672	880
ÓBITOS CONFIRMADOS	4.203	548	159	167	115	5.192
ÓBITOS CONFIR. (POR 100 MIL HAB.)	88	33	11	26	21	57
TAXA DE MORTAL. (ÓBITOS/CASOS)	8,0%	3,5%	4,5%	3,5%	3,1%	6,5%
POPULAÇÃO	4.782.118	1.661.446	1.490.742	649.836	547.606	9.131.748

DADOS SOBRE ESTRUTURA DE SAÚDE. Fonte: DATASUS. Mês de referência: Maio/2020

RESPIRADOR/VENTILADOR	1.634	261	250	123	36	2.304
RESPIR./VENT. (POR 100 MIL HAB.)	34	16	17	19	7	25
ENFERMEIROS	5.448	1.020	879	430	376	8.153
ENFERMEIROS (POR 100 MIL HAB.)	114	61	59	66	69	89
LEITOS INTERNAÇÃO SUS	7.651	2.602	2.807	1.150	972	15.182
LEIOTS SUS (POR 100 MIL HAB.)	160	157	188	177	177	166
LEITOS INTERNAÇÃO NÃO SUS	3.342	183	467	12	189	4.193
LEITOS NÃO SUS (POR 100 MIL HAB.)	70	11	31	2	35	46
MÉDICOS	2.273	430	634	175	162	3.674
MÉDICOS (POR 100 MIL HAB.)	48	26	43	27	30	40

Na 1ª macrorregião, registra-se a maior taxa de mortalidade, com 8%, enquanto nas demais 4 macrorregiões esta taxa é de no máximo 4,5%. Se por um lado, mais de 80% dos óbitos do estado estão nesta macrorregião onde está Fortaleza, os números de infraestrutura hospitalar de maior, segundo o DATASUS mostra outra heterogeneidade ainda mais acentuada e preocupante.

A estrutura hospitalar em todo o estado mostra que são mais de 2.300 respiradores, mais de 19,3 mil leitos de internação e mais de 11.800 pessoas, dentre enfermeiros e médicos (clínico geral, infectologistas e pneumologistas), segundo o DATASUS de maio. É importante destacar que não são estes leitos de UTI, mas de internação. Antes da pandemia, o Ceará tinha 730 leitos de UTI, tendo sido criados mais 481 leitos de UTI em 46 dias. Quando os números da infraestrutura hospitalar são ponderados pela população, fica evidente que a 1ª macrorregião concentra boa parte dos equipamentos, leitos, enfermeiros e médicos. A única exceção está nos leitos de internação do SUS, com destaque para a macrorregião do Cariri.

Preocupado com este cenário em que há uma heterogeneidade na distribuição espacial da infraestrutura hospitalar e uma desigualdade da mortalidade, este estudo sugere um cálculo da eficiência do combate ao novo Corona vírus. A ideia é observar, a partir dos dados de todos os 184 municípios, a relação entre dados da infraestrutura em termos de saúde das 22 coordenadorias regionais regiões de saúde e a respectiva taxa de sobrevivência.

Situação das Coordenadorias Regionais de Saúde do Ceará

Esta pesquisa assume que políticas públicas tendem a impactar na redução do contágio, ou seja, nos casos confirmados, enquanto a infraestrutura social se mostra importante para reduzir a mortalidade dos que já contraíram o Corona vírus.

Partindo desta premissa, sugere-se mensurar o quão eficiente é a infraestrutura hospitalar de cada uma das 22 coordenadorias regionais de saúde do Ceará. Essa intuição de eficiência é relativa. Comparando, por exemplo, duas regiões que apresentem características parecidas em termos de infraestrutura de saúde, será mais eficiente aquela que conseguir uma menor taxa de mortalidade, ou seja, maior a taxa de sobrevivência. Da mesma forma, uma coordenação que apresente muito mais insumos hospitalares precisa obter melhores resultados no combate à mortalidade pela pandemia. Caso contrário, será visto como ineficiente. Em outras palavras, cada coordenação é vista como uma máquina ou uma fábrica, as quais usam os mesmos insumos e produzem o mesmo bem final e, portanto, podem ser perfeitamente comparáveis.

A Tabela 3 reporta os valores dos insumos usados e do bem produzido no final, ou seja, a taxa de sobrevivência. Sobre os insumos, é preciso que se contextualize a escolha feita. É importante atentar para o fato de que o uso de mais variáveis, como leitos exclusivos de UTI, ambulâncias e medicamentos podem ser muito úteis para complementar este estudo sobre a eficiência em salvar vidas nas 22 regiões de saúde no Ceará. No entanto, estas variáveis não parecem estar disponíveis no DATASUS por município, inviabilizando o seu uso. Outra ressalva é que apesar de haver dados sobre leitos complementares nos hospitais e também sobre a estrutura fora dos hospitais, como urgência e ambulatorios, optou-se pelo uso estrito da estrutura hospitalar, atendo-se aos leitos de internação (SUS e não SUS) e respiradores. Sobre os recursos humanos, a escolha foi pelos enfermeiros e por médicos com especialidade afim ao caso em questão: clínico geral, infectologistas e pneumologistas. Obviamente, todos estes insumos hospitalares são sempre ponderados pelas respectivas populações residentes nos municípios pertencentes à cada coordenação regional de saúde.

A 1ª Região (Fortaleza) lidera o ranking em termos de respiradores, sendo seguido pelas Regiões de Sobral, Juazeiro e Quixadá, grandes polos hospitalares do estado. Por outro lado, com exceção da Região de Baturité, do Crato, de Aracati e de Iguatu, todas as demais operam com menos de 10 respiradores a cada 100 mil habitantes. Padrão similar se observa quando da quantidade de enfermeiros, com destaque para Fortaleza, com 160 a cada 100 mil habitantes, com Sobral, Quixadá e Juazeiro registrando um valor superior a 80, enquanto, as demais Regiões apresentam entre 41 e 69 enfermeiros a cada 100 mil habitantes. Em termos de médicos nestas 3 especialidades, a dispersão parece menor, com destaque para Juazeiro, com quase 75 médicos a cada 100 mil habitantes, seguido de perto pela Região de Fortaleza. Apenas Canindé, Russas e Crateús apresentam menos de 20 médicos a cada 100 mil habitantes. Por fim, sobre os leitos de internação, enquanto os leitos do SUS oscilam entre 75 (22ª Região) e 267 (19ª Região) a cada 100 mil habitantes, os leitos não SUS vão de menos de 1 a cada 100 mil habitantes nas 22ª, 14ª e 16ª Regiões até cerca de 110 leitos em Fortaleza.

Estas desigualdades podem sim ser justificáveis de acordo com a estratégia da condução das políticas públicas de saúde do estado, porém precisariam ter contrapartida nos números de sobrevivência.

TABELA 3: Inputs (infraestrutura hospitalar) e output (taxa de sobrevivência) das regiões do Ceará

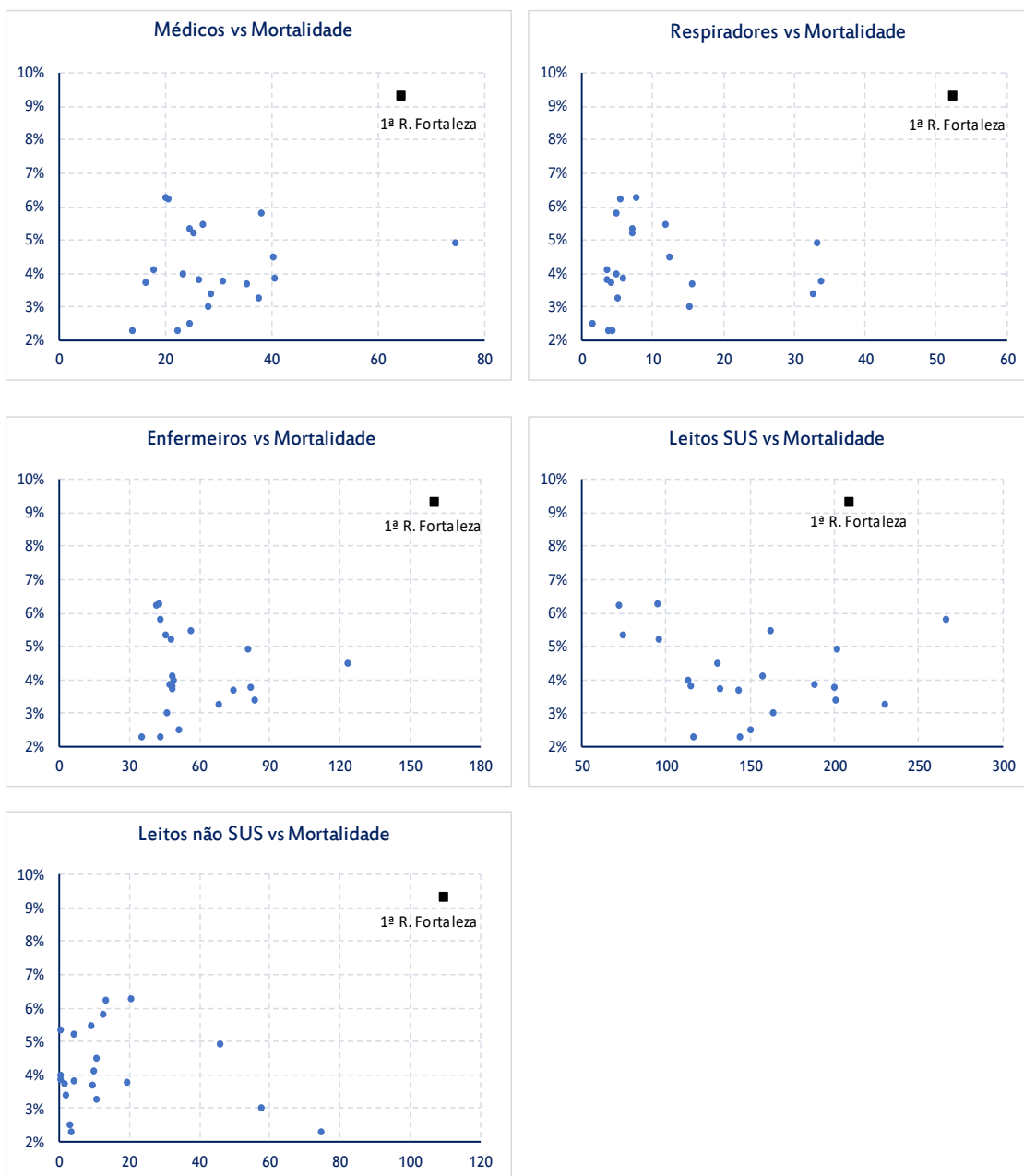
COORDENADORIAS REGIONAIS DE SAÚDE DO CEARÁ	INPUTS (QUANTIDADE POR 100 MIL HABITANTES)					OUTPUT
	RESPIRADOR/ VENTILADOR	ENFERMEIROS	LEITOS INTERNAÇÃO SUS	LEITOS INTERNAÇÃO NÃO SUS	MÉDICOS	TAXA DE SOBREVIVÊNCIA
1ª Região Fortaleza	52,4	160,1	208,9	109,6	64,2	90,7%
2ª Região Caucaia	5,6	41,9	72,6	13,5	20,7	93,8%
3ª Região Maracanaú	7,9	43,0	95,8	20,9	20,3	93,8%
4ª Região Baturité	15,7	74,8	143,8	10,0	35,6	96,4%
5ª Região Canindé	4,3	48,7	132,5	1,9	16,4	96,3%
6ª Região Itapipoca	7,3	48,3	96,8	4,7	25,6	94,8%
7ª Região Aracati	12,6	123,7	131,3	10,9	40,4	95,6%
8ª Região Quixadá	32,8	83,9	201,1	2,1	28,8	96,6%
9ª Região Russas	4,5	35,8	145,0	75,0	13,9	97,8%
10ª Região Lim. do Norte	5,3	69,0	230,3	11,0	37,8	96,8%
11ª Região Sobral	33,9	82,6	200,5	19,6	31,0	96,3%
12ª Região Acaraú	3,9	43,6	117,4	3,9	22,5	97,7%
13ª Região Tianguá	3,7	48,6	115,6	4,4	26,5	96,2%
14ª Região Tauá	6,1	47,6	188,6	0,9	40,7	96,2%
15ª Região Crateús	3,7	49,0	157,8	10,3	18,0	95,9%
16ª Região Camocim	5,1	49,5	114,1	0,6	23,5	96,1%
17ª Região Icó	1,7	51,4	150,9	3,5	24,9	97,5%
18ª Região Iguatú	12,1	56,6	162,7	9,6	27,2	94,6%
19ª Região Brejo Sa	5,1	43,9	267,3	13,0	38,4	94,2%
20ª Região Crato	15,5	46,7	164,4	58,1	28,4	97,0%
21ª Região Juazeiro	33,3	81,3	202,3	46,4	74,8	95,1%
22ª Região Cascavel	7,2	46,2	74,8	0,9	24,7	94,7%

Obs.: Fontes dos dados de infraestrutura hospitalar: DATASUS, de maio de 2020. Fonte dos dados de sobrevivência: brasil.io, de 16 de junho de 2020.

Aparentemente, não há tal contrapartida, uma vez que a Região de Fortaleza se destaca em todos os insumos com elevadas quantidades ponderadas pela respectiva população e no entanto apresenta a maior mortalidade e assim, a menor taxa de sobrevivência das 22 coordenadorias regionais de saúde do estado. A Figura 3 retrata – através de gráficos de dispersão entre cada um dos insumos de infraestrutura hospitalar e a mortalidade – exatamente esta heterogeneidade e este padrão atípico de Fortaleza em relação às demais 21 regionais. Os dados completos das CRES estão no Apêndice.

Diante deste cenário de heterogeneidade de insumos e de taxa de sobrevivência, este estudo pode ser útil para auxiliar na condução de políticas públicas, pois sugere quais das 22 Coordenadorias Regionais de Saúde do Ceará estão em melhores ou piores condições e quais são relativamente mais eficientes. Mais precisamente, a pesquisa constrói uma espécie de fronteira matemática de eficiência, de forma que quanto mais próximo desta fronteira, mais eficiente é aquela região em relação às outras.

FIGURA 3: Dispersão entre infraestrutura hospitalar e mortalidade por COVID das coordenadorias regionais de saúde do Ceará



Obs.: Fontes dos dados de infraestrutura hospitalar: DATASUS, de maio de 2020. Fonte dos dados de mortalidade: brasil.io, de 16 de junho de 2020. Dados de infraestrutura hospitalar são ponderados pela população e expressos em valores a cada 100 mil habitantes.

Quando uma regional de saúde é mais eficiente, isso quer dizer que ela é capaz de salvar mais vidas de pessoas acometidas pelo vírus utilizando menos estrutura médica (equipamento, leito, enfermeiros e médicos). Este indicador de eficiência é relativo e vai de 0% a 100%, e quanto maior eficiente é a Coordenadoria Regional de Saúde (CRES) em salvar vidas.

Todo o detalhamento sobre a metodologia de eficiência técnica mensurada através de DEA (*Data Envelopment Analysis*) está no Apêndice deste estudo.

A Tabela 4 reporta o nível de eficiência em ordem crescente, assim como que Regiões são úteis como referencial visando servir como exemplo para a Região ineficiente em questão.

O estudo sugere que na média a eficiência seja 85%, sendo as seguintes Regiões destaques, não apenas pela sua eficiência de 100%, mas por ser um exemplo para outras 12 Regiões ineficientes do estado: 9ª (Russas), 12ª (Acará) e 17ª (Icó). Outras regiões que foram plenamente eficientes em relação às outras foram: Camocim, Canindé, Cascavel, Caucaia, Crateús, Tauá e Tianguá.

As Coordenadorias Regionais de Saúde mais ineficientes são: Fortaleza (33,6%), Juazeiro (50,2%), Sobral (57,2%) e Aracati (57,5%). A situação de Fortaleza é preocupante também em relação às outras capitais, segundo um estudo feito por professores da USP. Outras capitais em situação preocupante por estarem próximas do colapso hospitalar, são: Manaus, Macapá e São Paulo.

TABELA 4: Resultado da eficiência no combate à mortalidade por COVID nas regiões do Ceará

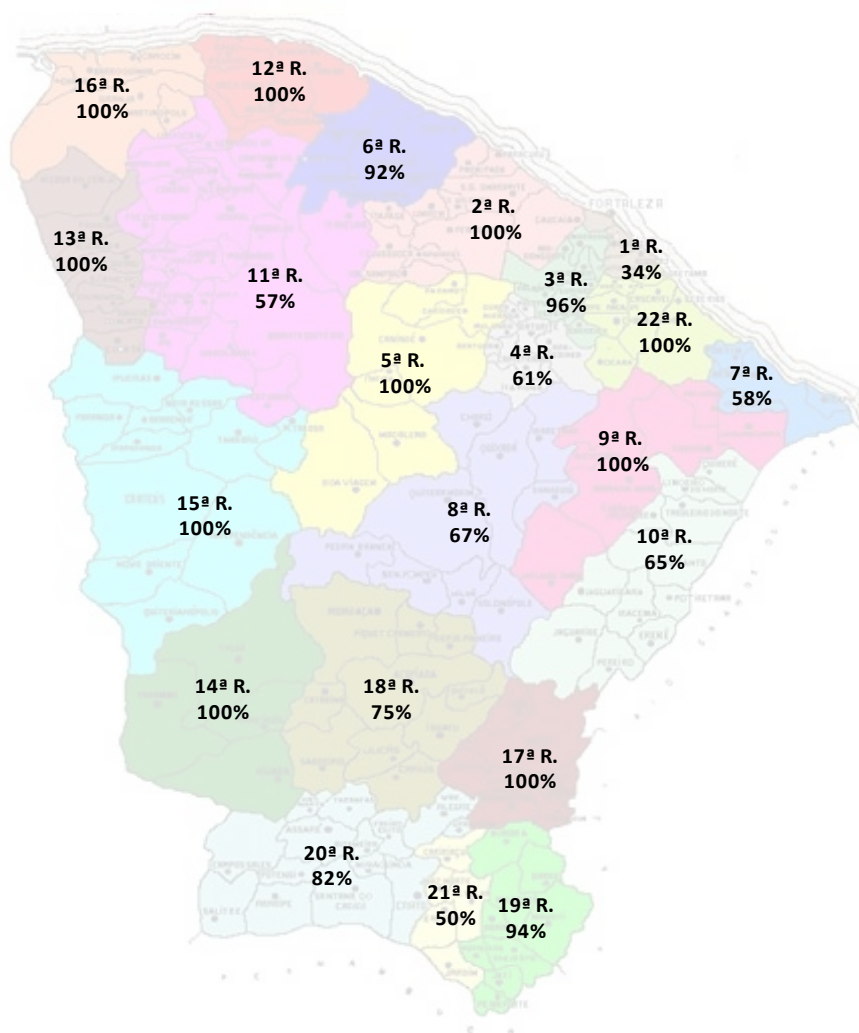
COORDENADORIAS REGIONAIS DE SAÚDE DO CEARÁ	RESULTADO	
	EFICIÊNCIA NO COMBATE À MORTALIDADE	REGIÕES REFERENCIAIS
1ª Região Fortaleza	33,6%	9ª Região Russas
21ª Região Juazeiro	50,2%	9ª Região Russas
11ª Região Sobral	57,2%	12ª Região Acará
7ª Região Aracati	57,5%	12ª Região Acará
4ª Região Baturité	61,3%	12ª Região Acará
10ª Região Lim. do Norte	64,5%	12ª Região Acará
8ª Região Quixadá	66,8%	17ª Região Icó
18ª Região Iguatú	75,2%	12ª Região Acará
20ª Região Crato	82,3%	9ª Região Russas
6ª Região Itapipoca	91,5%	12ª Região Acará
19ª Região Brejo Sa	93,6%	12ª Região Acará
3ª Região Maracanaú	95,6%	2ª Região Caucaia
2ª Região Caucaia	100,0%	
5ª Região Canindé	100,0%	
9ª Região Russas	100,0%	
12ª Região Acará	100,0%	
13ª Região Tianguá	100,0%	
14ª Região Tauá	100,0%	
15ª Região Crateús	100,0%	
16ª Região Camocim	100,0%	
17ª Região Icó	100,0%	
22ª Região Cascavel	100,0%	

Obs.: Fontes dos dados de infraestrutura hospitalar: DATASUS, de maio de 2020. Fonte dos dados de sobrevivência: brasil.io, de 16 de junho de 2020. Resultados obtidos através da Fronteira (DEA) com retornos constantes de escala.

Considerações Finais e Sugestões de Políticas Públicas

Observando esse cenário, pode ser oportuno providenciar deslocamentos de pacientes entre as áreas delimitadas pelas Regionais de Saúde, ou tentar a concessão temporária de aparelhos respiradores e até a remoção de médicos e enfermeiros. Essas estratégias aparentemente simples e de baixo custo podem ajudar em um combate mais igual à toda a população do estado do Ceará. Neste sentido da locomoção de pacientes ou de insumos, como respiradores, enfermeiros e médicos, a Figura 4, a seguir, reportas as eficiências através de um mapa do estado com suas 22 coordenadorias regionais de saúde.

FIGURA 4: Mapa da eficiência ao combate à mortalidade por COVID das coordenadorias regionais de saúde do Ceará

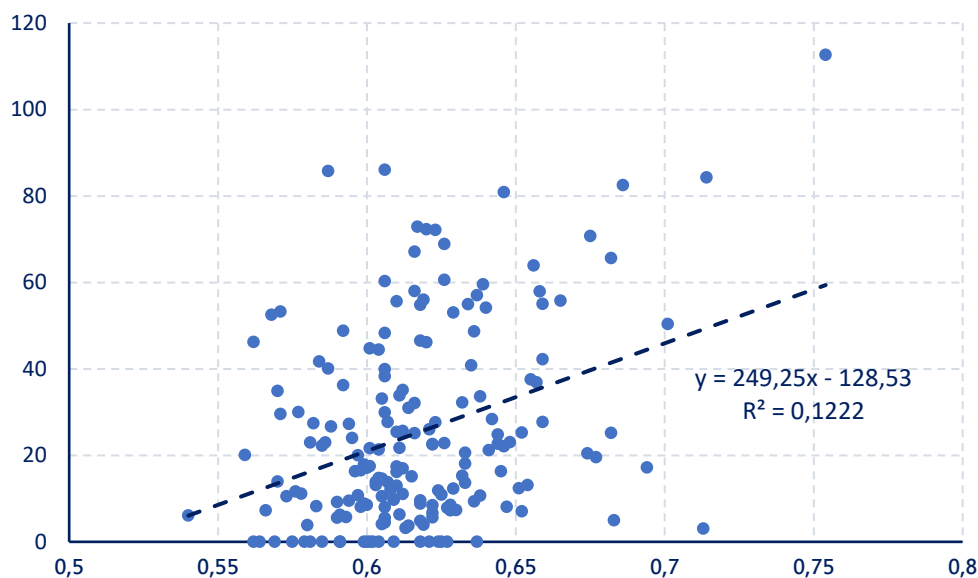


Obs.: Fontes dos dados de infraestrutura hospitalar: DATASUS, de maio de 2020. Fonte dos dados de sobrevivência: brasil.io, de 16 de junho de 2020. Resultados obtidos através da Fronteira (DEA) com retornos constantes de escala.

Outra sugestão está associada à condução de políticas públicas diversas de longo prazo que visem uma melhoria estrutural das condições de vida da população em termos de saneamento básico e moradia, aspectos importantes diante do combate às doenças contagiosas.

Estas melhorias no entanto, não parecem isoladamente ser suficientes, pois enquanto bairros de Fortaleza com IDH mais baixo começam a apresentar números graves de contágio e óbito por COVID, segundo a dispersão reportada na Figura 5, comparando os 184 municípios cearenses, incluindo Fortaleza, há uma correlação positiva 0,35 entre o IDHM (2010) e a quantidade de óbitos por 100 mil habitantes até 16 de junho de 2020. O gráfico sugere uma aderência razoável através de um modelo linear, com poder de explicação de mais de 12%. Se comparados o IDHM e a taxa de mortalidade considerando as 22 regiões de saúde, tem-se uma correlação superior a 0,60. Estas são estatísticas simples, mas que sugerem a complexidade na condução de políticas públicas voltadas à infraestrutura hospitalar ou condições de vida.

FIGURA 5: IDHM vs óbitos a cada 100 mil habitantes nos 184 municípios cearenses



Obs.: Fontes dos dados de IDHM: IBGE, 2010. Fonte dos dados de óbitos: brasil.io, de 16 de junho de 2020.

Referências

- Afonso, A., Schuknecht, L., & Tanzi, V. (2010). Public sector efficiency: evidence for new EU member states and emerging markets. *Applied Economics*, 42(17), 2147-2164.
- Carnes, A., Cooper, W., Rhodes, E. (1978) Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, p. 429-444.
- Fare, R., Grosskopf, R., Lovell, C. (1994) *Production frontiers*. Cambridge University Press.
- Machado Junior, S. P., Irffi, G. I., & Benegas, M. B. B. (2011). Análise da eficiência técnica dos gastos com educação, saúde e assistência social dos municípios cearenses. *Planejamento e Políticas Públicas*, (36).
- Matos, P. (2017). Alternative funding sources' impact on efficiency and productivity of subnational entities in Brazil after the Fiscal Responsibility Law. *Revista de Administração Pública*, 51(4), 482-508.
- Tanzi, V. (1974). Redistributing income through the budget in Latin America. *PSL Quarterly Review*, 26(108).

Apêndice - Metodologia

Neste amplo contexto de discussão sobre eficiência da máquina pública, este relatório segue o artigo recém publicado, Matos (2017), o qual se propõe a prover o mais amplo e recente estudo sobre a eficiência das 27 unidades federativas brasileiras, após a implementação da Lei de Responsabilidade Fiscal em 2002, baseado na aplicação de uma técnica de programação matemática lineares não paramétrica, intitulada Data Envelopment Analysis (DEA), ou Análise Envoltória de Dados, para um painel balanceado com dados anuais de 2004 a 2013.

Este painel é composto por cinco variáveis de receitas incluindo as fontes de receita advindas de operações de crédito contratadas junto aos órgãos nacionais e via paradiplomacia, sendo este o vetor de inputs. O autor faz uso ainda de dez variáveis de natureza sócio econômica, de saúde, de violência, de demografia, de estudo e de infraestrutura básica, as quais compõem os outputs. Pelas razões expostas na discussão supracitada, não se faz uso de gastos com rubricas como inputs, ou como outputs, mas sim de valores monetários reais de receitas como inputs e indicadores clássicos como outputs, seguindo as principais contribuições afins. Este artigo segue metodologicamente, Charnes, Cooper e Rhodes (1978), os quais originalmente propuseram o Data Envelopment Analysis (DEA), porém incorporando uma extensão imprescindível neste caso associada ao aspecto de evolução intertemporal na década compreendida, ao fazer uso dos índices de Malmquist, os quais permitem inferir sobre a mudança de produtividade de cada unidade produtiva ao longo do tempo, decompondo essa produtividade em termos de mudança técnica e de eficiência técnica. Essa modelagem especificada em Fare et al. (1994) permite também que se mensure ao longo do tempo a mudança em termos tecnológicos e em termos de produtividade total dos fatores.

Tecnicamente falando, as modelagens de programação matemática linear não paramétrica consistem em ferramentas de ampla aplicação em estudos empíricos na área de ciências sociais, cujo intuito seja mensurar eficiência e produtividade de pessoas jurídicas que possam ser caracterizadas como unidades com processo produtivo comparável.

Desde os primeiros trabalhos, sugere-se que a eficiência econômica seja decomposta a partir da combinação da eficiência técnica – consequente da maximização da produção dado um conjunto de insumos – e da eficiência alocativa, associada ao uso otimizado dos insumos dados seus preços. Na sequência histórica, é importante citar Charnes, Cooper e Rhodes (1978), os quais originalmente propuseram o *Data Envelopment Analysis* (DEA), ou Análise Envoltória de Dados, na qual unidades produtoras, intituladas comumente por *Decision Making Unit* (DMU), apresentam retornos constantes de escala (CRS).

A diferença básica está no fato de que nas primeiras especificações do DEA, os modelos podiam ser especificados como *input-orientated* ou *output-orientated*, apenas, ou seja, modelos onde se minimiza o uso de insumos sem alterar a produção ou se maximiza a produção dado o conjunto de insumos, respectivamente. Estas duas especificações somente geram o mesmo valor para eficiência técnica, quando se faz uso da hipótese de retornos constantes de escala (CRS).

Comum a todas estas especificações de programação linear não paramétrica está a hipótese central de que o processo produtivo de uma DMUs é dado por um conjunto de insumos ou *inputs* e *outputs* ou produtos, sem que se imponha nenhuma hipótese sobre a distribuição de probabilidade aos dados.

Por fim, uma extensão a esses modelos de grande utilidade a este artigo, consiste na possibilidade de se captar uma evolução, um comportamento dinâmico de cada um das DMUs, a partir de dados em painel balanceado. Isso se dá, dentre outras formas, através do uso dos índices de Malmquist, os quais permitem inferir sobre a mudança de produtividade de cada unidade produtiva ao longo do tempo, decompondo essa produtividade em termos de mudança técnica e de eficiência técnica. Essa modelagem especificada em Fare et al. (1994) permite também que se mensure ao longo do tempo a mudança em termos tecnológicos e em termos de produtividade total dos fatores.

Dentre as inúmeras especificações do processo produtivo existentes, com suas vantagens e desvantagens associadas à capacidade de modelagem e respectivas hipóteses, assume-se aqui que as 22 regionais apresentam retornos constantes de escala (CRS) e podem ser modeladas via DEA.

A vantagem do uso da especificação do CRS em vez de VRS se traduz no consensual viés para superestimação das eficiências quando do uso somente da especificação VRS, em razão da convexidade da fronteira. Assim, será feita a hipótese de que as regionais possuem somente *outputs* bons, mesmo que alguns sejam fruto da normalização dos *outputs* indesejáveis e que estes entes estão sendo geridos em escala ótima, sendo desprezíveis os efeitos de competição imperfeita, muito usuais quando da modelagem de firmas privadas no mercado financeiro, por exemplo. Para o cálculo da eficiência técnica pura e da eficiência de escala, as quais compõem a eficiência técnica calculada quando da hipótese de CRS, assume-se a hipótese de VRS, como usual na literatura. Essa será a especificação comum em todos os anos da amostra, de forma que se possa mensurar a evolução dos diversos tipos de produtividade através do indicador de Malmquist.

Neste sentido, inicialmente, é preciso definir os *outputs* por $y \in \mathbb{R}_+^M$ e os *inputs* por $x \in \mathbb{R}_+^K$. Assim, seja a CRES indexada por $i = 1, 2, \dots, N$. O vetor representativo dessa modelagem será dado por (x_i, y_i) e o conjunto de possibilidades de produção pode ser representado por

$$P(x) = \{(y) \in \mathbb{R}_+^M | x \text{ pode produzir } (y)\} \quad (1)$$

Assume-se aqui que tanto *outputs* como *inputs* podem ser fracamente descartáveis, ou seja, dado um vetor de *outputs* que são factivelmente gerados a partir de um vetor de *inputs*, então, qualquer redução proporcional de ambos os vetores consiste em um conjunto de produção também factível. Neste caso, a fronteira de produção para uma regional de saída i , modelada como uma DMU, pode ser dada por

$$P(x) = \{(y) \in \mathbb{R}_+^M | \sum_{i=1}^N \lambda_i x_i \leq x; \sum_{i=1}^N \lambda_i y_i \geq y; \lambda_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, N\} \quad (2)$$

Nesta relação (2), λ_i é uma constante de intensidade, usada para combinações lineares de todos as 22 regionais consideradas. Essa tecnologia sugere que para qualquer regional, não se pode usar menos *input* na produção de mais *output* que a combinação linear de todos os *inputs* e *outputs* de todos as regionais. A restrição de não negatividade de λ_i é devido à hipótese de CRS.

Fazendo uso da dualidade em programação linear, o problema de maximização da eficiência da unidade federativa sujeito às restrições de que todas as eficiências oscilam entre 0 e 1 pode ser reescrito de forma equivalente em termos de envelopamento, assim:

$$\begin{aligned}
& \min_{\theta, \lambda} \theta \\
& \text{sujeito a} \\
& -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
& \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
& \lambda \geq \mathbf{0}
\end{aligned} \tag{3}$$

Neste problema de envelopamento que recorre a menos restrições que a forma original do problema, λ é um vetor $N \times 1$ composto pelas constantes de intensidade λ_i , enquanto o valor de θ endogenamente mensura a ineficiência da cidade em questão em termos do gasto de combustível pela área do mesmo, de forma que um valor nulo de ineficiência implicaria em uma regional na fronteira de eficiência. Este problema é resolvido N vezes, uma para cada coordenadora.

Apêndice – Dados completos das CRES

TABELA 1: Dados de infraestrutura hospitalar e de casos e óbitos por COVID das coordenadorias regionais de saúde do Ceará

	1ª Região Fortaleza	2ª Região Caucaia	3ª Região Maracanaú	4ª Região Baturité	5ª Região Canindé	6ª Região Itapipoca	7ª Região Aracati	8ª Região Quixadá	9ª Região Russas	10ª Região Limoeiro do Norte	11ª Região Sobral
CASOS CONFIRMADOS	32.982	6.227	6.143	1.157	1.697	3.071	856	2.527	1.469	1.355	7.687
ÓBITOS CONFIRMADOS	3.073	386	382	42	63	159	38	85	33	44	288
TAXA DE MORTALIDADE	9,3%	6,2%	6,2%	3,6%	3,7%	5,2%	4,4%	3,4%	2,2%	3,2%	3,7%
POPULAÇÃO	2.841.211	622.473	546.089	140.463	207.578	300.492	118.788	326.639	201.337	227.481	651.498
RESPIRADOR/VENTILADOR	1488	35	43	22	9	22	15	107	9	12	221
ENFERMEIROS	4549	261	235	105	101	145	147	274	72	157	538
LEITOS INTERNAÇÃO SUS	5935	452	523	202	275	291	156	657	292	524	1306
LEITOS INTERNAÇÃO NÃO SUS	3113	84	114	14	4	14	13	7	151	25	128
MÉDICOS	1824	129	111	50	34	77	48	94	28	86	202

	12ª Região Acarauá	13ª Região Tianguá	14ª Região Tauá	15ª Região Crateús	16ª Região Camocim	17ª Região Icó	18ª Região Iguatú	19ª Região Brejo Sa	20ª Região Crato	21ª Região Juazeiro	22ª Região Cascavel
CASOS CONFIRMADOS	3.507	1.756	497	1.099	1.781	366	936	365	735	1.148	3.030
ÓBITOS CONFIRMADOS	79	66	19	45	70	9	51	21	22	56	161
TAXA DE MORTALIDADE	2,3%	3,8%	3,8%	4,1%	3,9%	2,5%	5,4%	5,8%	3,0%	4,9%	5,3%
POPULAÇÃO	231.596	320.838	115.619	299.786	157.728	172.994	323.376	216.206	349.132	429.034	331.390
RESPIRADOR/VENTILADOR	9	12	7	11	8	3	39	11	54	143	24
ENFERMEIROS	101	156	55	147	78	89	183	95	163	349	153
LEITOS INTERNAÇÃO SUS	272	371	218	473	180	261	526	578	574	868	248
LEITOS INTERNAÇÃO NÃO SUS	9	14	1	31	1	6	31	28	203	199	3
MÉDICOS	52	85	47	54	37	43	88	83	99	321	82

Obs.: Fontes dos dados de infraestrutura hospitalar: DATASUS, de maio de 2020. Fonte dos dados de sobrevivência: brasil.io, de 16 de junho de 2020.