GRUPO DE MODELAGEM EPIDEMIOLÓGICA DA COVID-19

NOTA TÉCNICA 4: EVOLUÇÃO DA EPIDEMIA DO COVID-19 EM JUIZ DE FORA

Fernando A.B. Colugnati[1,2], Mário Círio Nogueira[1,3], Marcel de Toledo Vieira[4,5], Maria Teresa Bustamante-Teixeira[1,2,3], Isabel Cristina Gonçalves Leite[1,2,3,6], Alfredo Chaoubah[2,4,6]

1. Faculdade de Medicina – UFJF
2. PPg Saúde – UFJF
3. Mestrado Profissional em Saúde da Família - UFJF
4. Depto. de Estatística/ ICE – UFJF
5. PPg Economia – UFJF
6. PPg Saúde Coletiva – UFJF

DESTAQUES

- Esta é a quarta nota técnica deste grupo responsável pelas análises de dados e modelagem da epidemia de COVID-19 em Juiz de Fora.
- A nota atual analisa os dados de notificação de casos suspeitos, casos confirmados, internações, óbitos por COVID-19 e principais fluxos assistenciais em Juiz de Fora, até o dia 30 de maio. Para a modelagem temporal, a análise se deu até 09 de junho. Dados fornecidos pela Secretaria de Saúde de Juiz de Fora.
- Para Juiz de Fora, a estimativa do tempo para duplicação do número de casos tem variado em torno de 30 dias.
- Curvas de crescimento de casos suspeitos sem modificações e redução de 0,7 ponto percentual de confirmação de casos (sem impacto relevante).
- A previsão para o dia 16 de junho, antes em 874 casos foi reajustada para 967 (fora dos intervalos de previsão), e pode chegar a 1100 em 23 de junho.
- Observa-se isolamento social em queda e curva de crescimento diário de confirmados e óbitos em ascensão.
- Foi feita uma análise espacial para os residentes nas Regiões Urbanas (RU) de Juiz de Fora. As RU são agrupadas em sete Regiões Administrativas (RA) e foram categorizadas

por graus de vulnerabilidade social em três grupos: baixa, média e alta. As categorias de vulnerabilidade foram identificadas com a estimação do Índice de Vulnerabilidade da Saúde (IVS).

- Foram analisadas 3.991 notificações de residentes nas RU da cidade, no período de 26/02 a 30/05. Destaca-se o predomínio do sexo feminino (56,3%) e idade média 38 anos.
- As curvas de notificação ao longo do período são semelhantes e mostram que houve mais notificações nas RU de média vulnerabilidade social, seguido pelas RU de baixa e alta vulnerabilidade.
- No período analisado, houve concentração maior de casos notificados nas regiões central e norte do município.
- Os principais fluxos assistenciais foram para os hospitais (atendimento de plantão e internações), unidades públicas de urgência e unidades básicas de saúde (UBS).
- Os residentes em regiões de baixa e média vulnerabilidade social foram notificados principalmente em unidades hospitalares, enquanto os de regiões de alta vulnerabilidade social em UBS. As distâncias percorridas são sempre menores para os atendimentos em UBS. Quando é analisado o fluxo para hospitais, a distância percorrida por moradores de área de alta vulnerabilidade são maiores.
- A evolução dos casos e óbitos por COVID-19 pode ser acompanhada em gráficos na plataforma virtual "JF Salvando Todos" (http://jfsalvandotodos.ufjf.br), coordenada pelo terceiro autor desta nota. Esta plataforma disponibiliza dados de municípios de todo o Brasil, bem como dados agregados por microrregiões de saúde, macrorregiões de saúde, regiões do IBGE e Unidades da Federação.

1. Objetivos

Esta é a quarta nota técnica do grupo responsável pelas análises de dados e modelagem da epidemia da COVID-19 em Juiz de Fora, formado pelos professores supracitados como autores deste documento. Este grupo é parte de uma iniciativa de parceria entre a UFJF e a Prefeitura de Juiz de Fora (PJF), que contempla diversas ações nas mais variadas áreas de conhecimento. A primeira nota técnica foi publicada em 14 de abril com a análise dos dados de notificações até o dia 13 de abril de 2020. A nota atual analisa os dados até o dia 09 de junho, no caso da modelagem temporal, e dia 30 de maio, no caso da análise espacial. Esta última análise necessita de um tempo maior para realizar o georreferenciamento dos dados por Regiões Urbanas (RU) do município.

Este grupo tem como objetivo sistematizar e analisar dados de diversas fontes oficiais sobre a pandemia de COVID-19 no município de Juiz de Fora, fazendo comparações com dados semelhantes do estado de Minas Gerais e do Brasil, quando pertinente. Por meio deste convênio, o acesso aos dados fornecidos diretamente pela Vigilância Epidemiológica e pela PJF tem sido fundamental para um entendimento da situação, sua modelagem e a construção de diferentes cenários possíveis para esta epidemia na cidade.

O objetivo maior é auxiliar nos planos de contingenciamento dos leitos, profissionais e equipamentos de saúde no decorrer do crescimento da infecção na cidade.

Esta nota apresenta uma análise dos dados de notificação de casos suspeitos, casos confirmados, internações e óbitos por COVID-19 em Juiz de Fora. Inicialmente foi feita uma análise descritiva, com a distribuição por características pessoais como sexo e faixa etária e a distribuição temporal. A seguir foram efetuadas análises temporais da curva epidêmica, com modelos estatísticos para estimar cenários para os próximos dias. Por fim, análise da distribuição espacial dos dados nas Regiões Urbanas (RU) de Juiz de Fora, com mapas temáticos dos casos notificados e dos principais fluxos assistenciais.

Cabe ressaltar que os dados analisados por este grupo são referentes e limitados aos seguintes grupos elegíveis para testagem de acordo com a Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais: a) amostras provenientes de unidades sentinelas de Síndrome Gripal (SG) e Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG); b) TODOS os casos de SRAG hospitalizados; c) TODOS os óbitos suspeitos; d) profissionais de saúde sintomáticos (neste caso, se disponível, priorizar Teste Rápido e profissionais da assistência direta); e) profissionais de segurança pública sintomáticos (neste caso, se disponível, priorizar Teste Rápido); f) por amostragem representativa (mínimo de 10% dos casos ou 3 coletas), nos surtos de SG em locais fechados (ex: asilos, hospitais, etc); g) público privado de liberdade e adolescentes em cumprimento de medida restritiva ou privativa de liberdade, ambos sintomáticos; h) população indígena aldeada (https://www.saude.mg.gov.br/images/noticias_e_eventos/000_2020/coronavirus-legislacoes/19-05-Atualizacao-Protocolo.pdf). Estão considerados nas análises também os casos testados pela rede privada, desde que tenham sido devidamente notificados.

2. Evolução dos casos e óbitos por COVID-19 confirmados em Minas Gerais e Juiz de Fora até 30/05/2020

A evolução dos casos confirmados e dos óbitos causados pelo novo coronavírus (Covid-19) pode ser acompanhada em gráficos na plataforma virtual "JF Salvando Todos" (http://jfsalvandotodos.ufjf.br/). Esta ferramenta vem sendo desenvolvida por alunos e professores do Departamento de Estatística do Instituto de Ciências Exatas (ICE/UFJF), sob a coordenação do terceiro autor da presente nota técnica, contando também com a colaboração de outros pesquisadores. O principal objetivo da plataforma é permitir o acesso às informações de forma clara e rápida para tomadores de decisão de políticas públicas na área da Saúde e também para a população em geral. Nas últimas semanas a plataforma continuou a ser desenvolvida e agora permite a visualização de forma amigável de dados de todos os municípios do Brasil e também agregados por microrregiões e macrorregiões de saúde. Dados apresentados para essa agregação geográfica permitem a sua utilização para a integração das ações e serviços públicos de saúde no âmbito da pandemia da COVID-19 de forma regionalizada e hierarquizada. Outras novidades são a disponibilização de dados dos perfis das internações, número de leitos hospitalares disponíveis, e uma nova aba na plataforma com links para as notas técnicas do Grupo de Modelagem Epidemiológica da UFJF. Nesta seção da presente Nota Técnica optamos por não apresentar gráficos, uma vez que os mesmos poderão ser visualizados em detalhes na própria plataforma.

Até o dia 30 de maio, Juiz de Fora tinha 615 casos confirmados, 4579 casos suspeitos e 32 vidas perdidas. Juiz de Fora teve 62 novos casos confirmados e 5 novas vidas perdidas apenas na semana epidemiológica 22. Até a mesma data, Minas Gerais totalizava 9630 casos confirmados e 263 vidas perdidas. Apenas na referida semana epidemiológica, foram confirmados no estado 3292 novos casos e 46 vidas perdidas. O padrão de crescimento do número de casos confirmados e óbitos, tanto para o estado como um todo quanto para Juiz de Fora, continua podendo ser representado por uma curva exponencial.

As três macrorregiões de saúde de Minas Gerais com maior destaque tanto em número de casos confirmados quanto de vidas perdidas continuam sendo Centro, Sudeste (onde Juiz de Fora se localiza) e Sul.

Em relação aos outros municípios localizados na mesma microrregião, Juiz de Fora continua concentrando a grande maioria dos casos confirmados e vidas perdidas (com mais de 90% para ambos indicadores).

O número de casos novos confirmados diariamente em Minas Gerais e em Juiz de Fora, em geral, vem aumentando deste o início da epidemia tendo, até a semana epidemiológica 22, alcançado um máximo de 675 novos casos registrados no dia 28 de maio (em Minas Gerais) e 46 novos casos no dia 12 de maio (em Juiz de Fora). Comportamento semelhante vem sendo observado com o número de novos óbitos registrados, tendo ocorrido 16 registros no dia 23 de maio (em Minas Gerais) e 5 registros no dia 5 de maio (em Juiz de Fora).

A distribuição dos casos confirmados em Minas Gerais e em Juiz de Fora, por faixas etárias, indica que a maioria (mais de 75%) dos casos tem entre 20 e 59 anos, ou seja, pertencem majoritariamente à parte da população que é economicamente ativa. Há predomínio do sexo masculino no estado, como em outras partes do Brasil, embora em Juiz de Fora haja um equilíbrio. A análise da distribuição dos óbitos por faixas etárias em Minas Gerais confirma que a maioria dos pacientes que vieram a falecer, tinham 60 ou mais anos de idade (mais de 70%) com uma distribuição equilibrada entre homens e mulheres. Em Juiz de Fora, cerca de 85% dos óbitos ocorreram na população com idade superior a 60 anos, em maior proporção entre as mulheres (54,1%).

A taxa de crescimento do número de casos acumulados em Minas Gerais e em Juiz de Fora vinha oscilando no início da epidemia. Entretanto pode-se perceber que a mesma tem se mantido relativamente estável no mês de maio, ficando ao redor de 6% para Minas Gerais e de 3% para Juiz de Fora. A taxa de crescimento do número de óbitos continua apresentando

maior oscilação ao longo do tempo tendo alcançado 8%, por exemplo, no dia 23 e 1% no dia 29 de maio, em Minas Gerais e variando ao redor de 3% para Juiz de Fora.

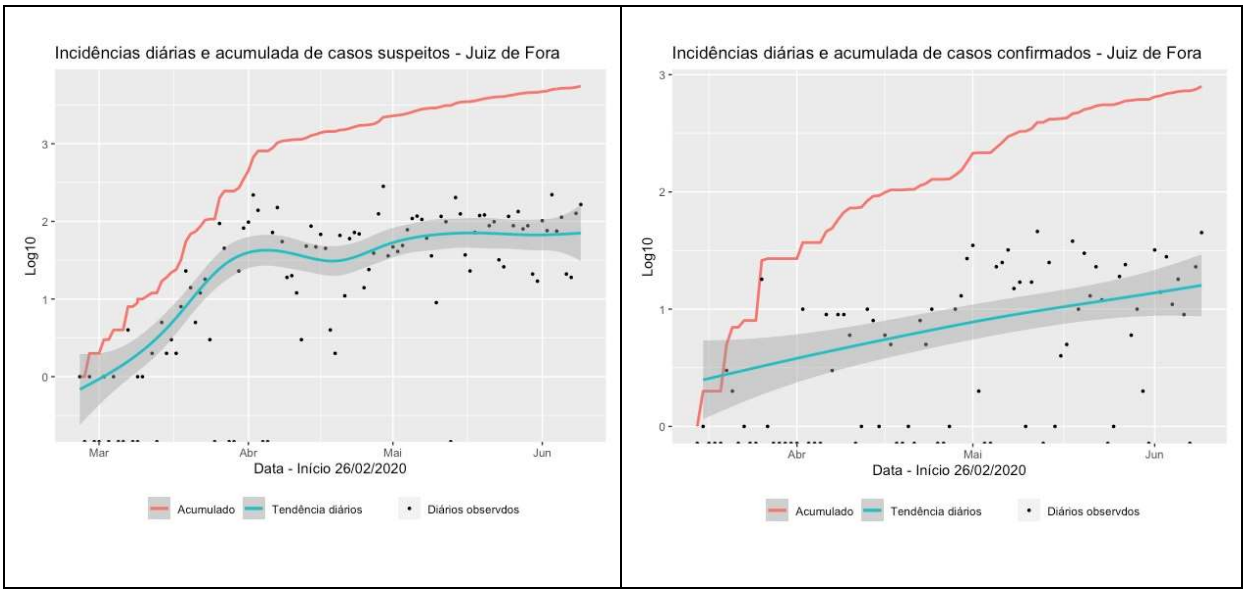
O tempo estimado para a duplicação do número de casos e óbitos acumulados em Minas Gerais tem oscilado entre 10 e 15 dias e entre 11 e 18 dias, respectivamente. Para Juiz de Fora, a estimativa do tempo para duplicação do número de casos tem variado em torno de 30 dias.

Cabe ressaltar que todas as análises apresentadas na presente seção foram feitas a partir de números oficiais divulgados pela Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais e pela Prefeitura de Juiz de Fora. Sendo assim, não se considerou as possíveis subnotificações de novos casos e também de óbitos.

3. Modelagem temporal da epidemia em Juiz de Fora – Boletim semanal de modelagem epidemiológica

Este boletim utiliza os mesmos métodos expostos na Nota Técnica 2, publicada em 9 de maio. O objetivo é uma rápida atualização semanal da evolução das curvas de casos suspeitos e confirmados.

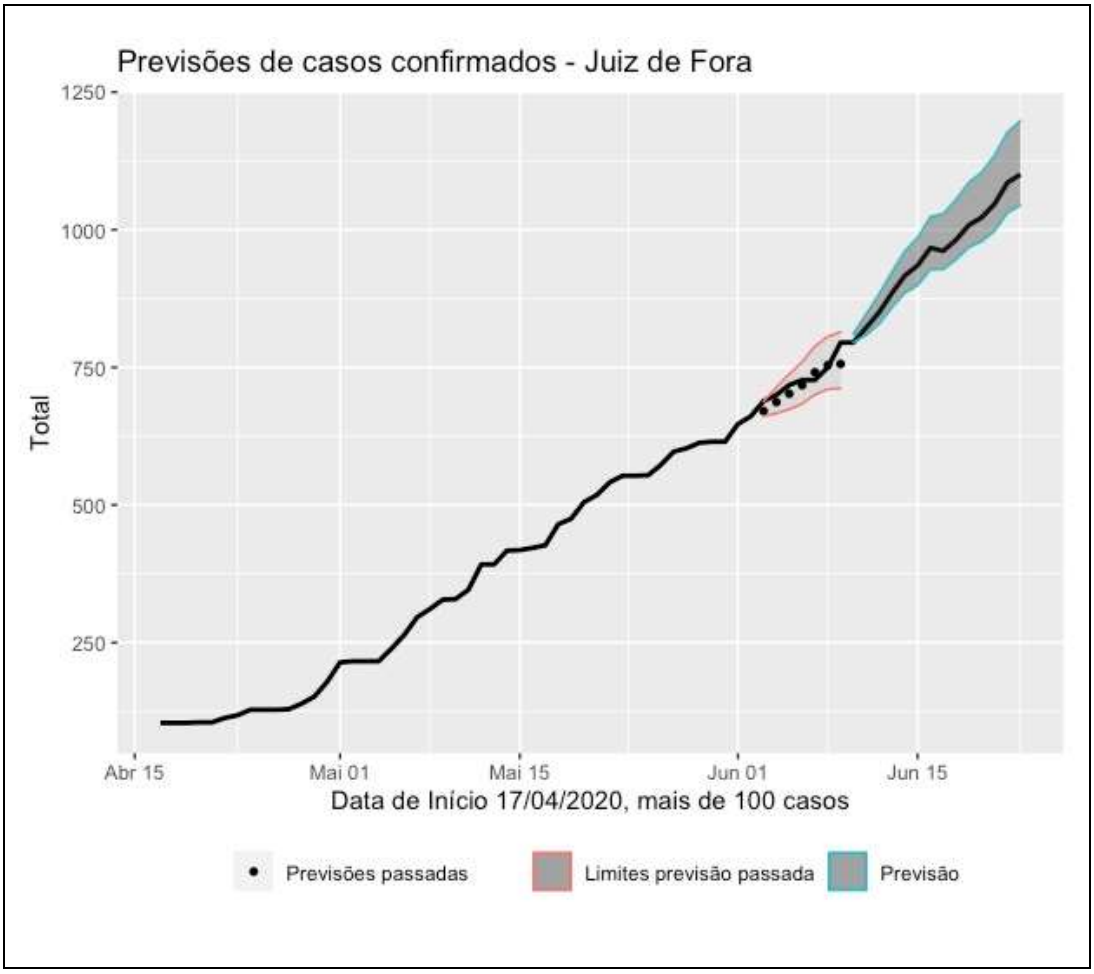
Situação até 09/06/2020



- A taxas médias de crescimento das curvas acumuladas manteve-se sem diferença em relação à semana anterior, sendo de 1,9% (1,7%; 2,0%) diários para suspeitos, um decréscimo pequeno de 0,2 ponto percentual mas ainda dentro dos intervalos de predição.
- Para confirmados, apresentaram pequena variação em comparação à semana passada, passando de 2,8% (2,4%; 3,2%) para 2,1 (1,7%; 2,5%). Esta variação de 0,7 ponto percentual, no entanto, não pode ser entendida como um decréscimo importante na taxa de crescimento.

- Dados atualizados e em escala natural podem ser acessados na plataforma "JF Salvando Todos": http://jfsalvandotodos.ufjf.br/

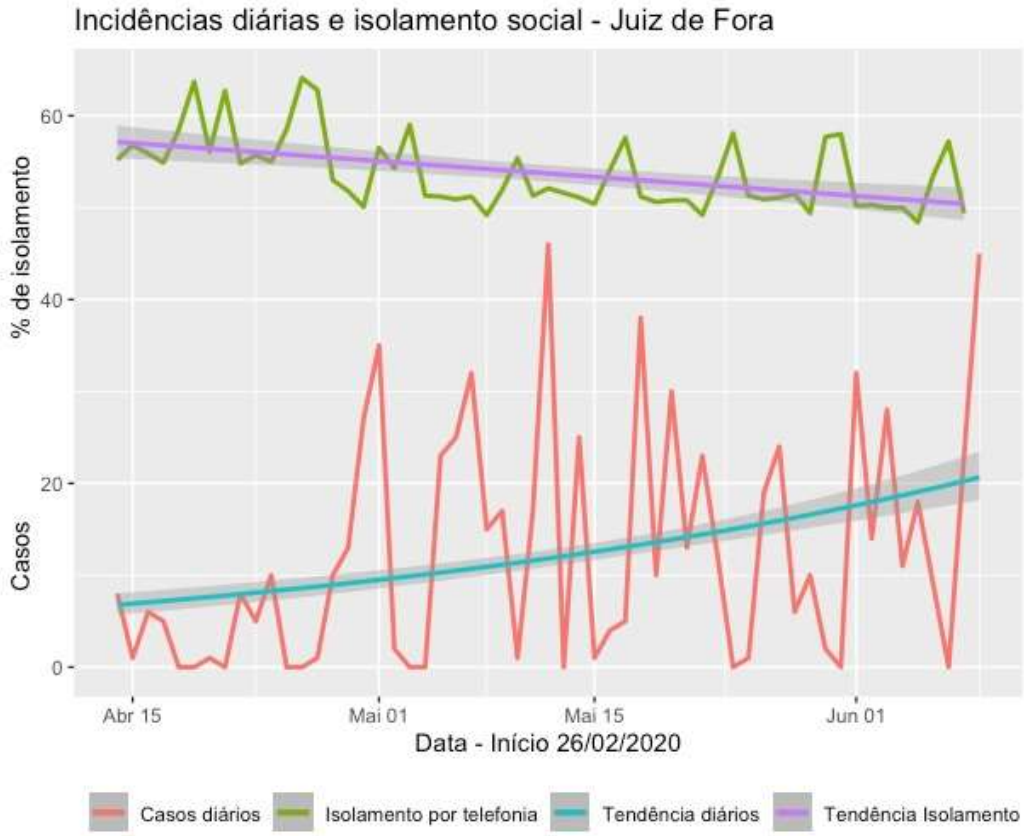
Previsões



- O modelo de previsão utilizado continua captando bem o comportamento da curva de casos confirmados acumulados, como se pode observar comparando as previsões passadas (pontos) com o ocorrido (linha).
- A previsão para o dia 16 de junho, antes em 874 casos foi reajustada para 967 (fora dos intervalos de previsão), e pode chegar a 1100 em 23 de junho. O modelo captou o crescimento do número de casos novos ocorrido no dia 9, quando 45 novos casos

foram confirmados em um único dia, o segundo maior montante, sendo o primeiro de 46 novos casos em 12 de maio.

- Deve-se atentar que as estimativas feitas a partir dos dados confirmados não refletem o estado real da epidemia. Os casos confirmados por testes refletem uma população sintomática e vulnerável, ou seja, possui comorbidades, estão em hospitalização, são profissionais de saúde ou de limpeza urbana



- O indicador de isolamento social dado pelo uso de telefones celulares continua em queda desde 15 de abril até o dia 8 de junho. Este indicador, disponibilizado de modo agregado sem a identificação de nenhum número, notifica o percentual de celulares que não saíram de casa. Qualquer saída, mesmo que para atividades

essenciais, é contabilizada. Pessoas que não levam o aparelho consigo quando saem, não são contabilizadas como saindo do isolamento.

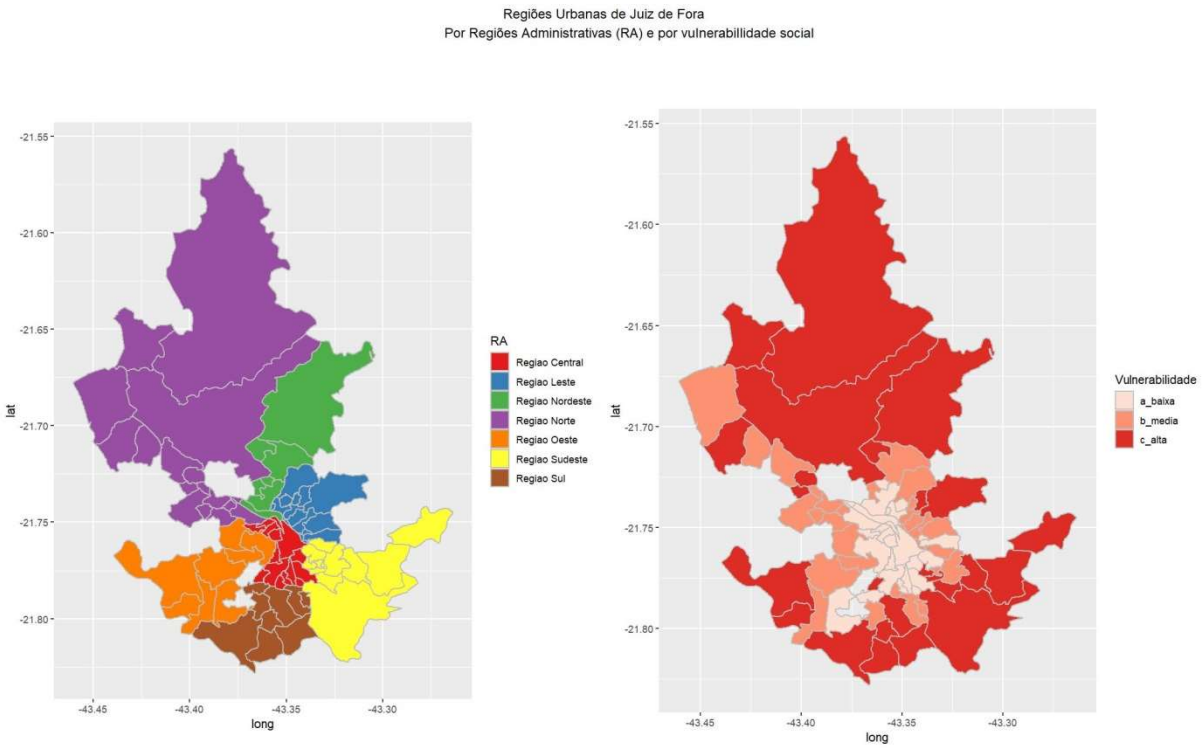
- Em contraponto, observa-se o crescimento das confirmações diárias da Covid-19. Estabelecer uma relação causal direta é difícil, pois o indicador tem suas limitações. Além disso, espera-se que um menor ou maior isolamento vá impactar alguns dias depois, e isso não está representado neste gráfico.
- No entanto, a mensagem principal é de que o **isolamento está caindo**, e a **curva continua em ascensão**.

4. Distribuição das notificações de casos suspeitos de COVID-19 de Juiz de Fora por Regiões Urbanas

Os dados de notificações de casos suspeitos de COVID-19 foram fornecidos pela Secretaria de Saúde de Juiz de Fora. Foram analisadas 3.991 notificações de residentes nas Regiões Urbanas (RU) de Juiz de Fora no período de 26/02 a 30/05, com predomínio do sexo feminino (2.248, 56,3%) e idade média 38 anos (IIQ = 26 a 50 anos; amplitude = <1 a 98 anos). O georreferenciamento foi realizado com o uso da função geocode/ggmap do programa R, que faz a consulta das coordenadas geográficas no API do Google Maps. A partir da data de notificação foi identificada a semana epidemiológica, que serviu de base para a elaboração de mapas espaço-temporais. Foram também elaborados mapas de fluxo assistencial por semana epidemiológica, com setas indicando o deslocamento dos pacientes de seu local de residência até o local de atendimento.

As RU de Juiz de Fora são agrupadas em sete Regiões Administrativas (RA) e foram categorizadas por graus de vulnerabilidade social em três grupos: baixa, média e alta (Mapa 1). As categorias de vulnerabilidade foram identificadas com a estimação do Índice de Vulnerabilidade da Saúde (IVS), calculado como uma combinação das seguintes variáveis socioeconômicas e ambientais oriundas do Censo Demográfico 2010 em um indicador sintético: percentual de domicílios com abastecimento de água inadequado ou ausente; percentual de domicílios com esgotamento sanitário inadequado ou ausente; percentual de domicílios com destino do lixo de forma inadequada ou ausente; razão de moradores por domicílio; percentual de pessoas analfabetas; percentual de domicílios com rendimento per capita até ½ salário mínimo; rendimento nominal mensal médio das pessoas responsáveis e percentual de pessoas de raça/cor preta, parda e indígena. Média vulnerabilidade corresponde a valores do IVS entre meio desvio-padrão abaixo e acima da média; baixa vulnerabilidade são os valores abaixo da média e alta vulnerabilidade acima da média (PBH –

Prefeitura de Belo Horizonte. Secretaria de Saúde. Índice de Vulnerabilidade da Saúde 2012. Belo Horizonte, PBH, 2013).



MAPA 1 – Regiões Urbanas (RU) de Juiz de Fora por Regiões Administrativas (RA) e por categorias de vulnerabilidade social.

O Mapa 2 traz as frequências de notificações por RU de residência, com a identificação das RU que tiveram mais de 80 casos suspeitos no período (pela ordem decrescente de casos: Centro, São Mateus, Benfica, Santa Cruz, Santa Luzia, São Pedro, Barbosa Lage, Ipiranga, Vale dos Bandeirantes, Francisco Bernardino, Progresso, Grambery e Bom Pastor). Houve no período uma concentração maior de casos nas Regiões Administrativas (RA) Central e Norte do município. O Mapa 3 mostra a densidade de notificações com a utilização de um estimador Kernel de densidade de pontos.

O Gráfico 1 e o Mapa 4 mostram a evolução de notificações novas por semana epidemiológica. Percebe-se muito poucos casos até a semana epidemiológica 11, com um crescimento a partir da semana 12 até a semana 13, um decréscimo nas semanas 14 e 15 e o retorno ao crescimento da partir da semana 16 até a semana 20, embora o padrão de crescimento ou redução tenha diferenças dependendo da RU. As curvas de notificações novas semanais estão estratificadas por categorias de vulnerabilidade social. As curvas são semelhantes e mostram que houve mais notificações nas RU de média vulnerabilidade social, seguido pelas RU de baixa e alta vulnerabilidade.

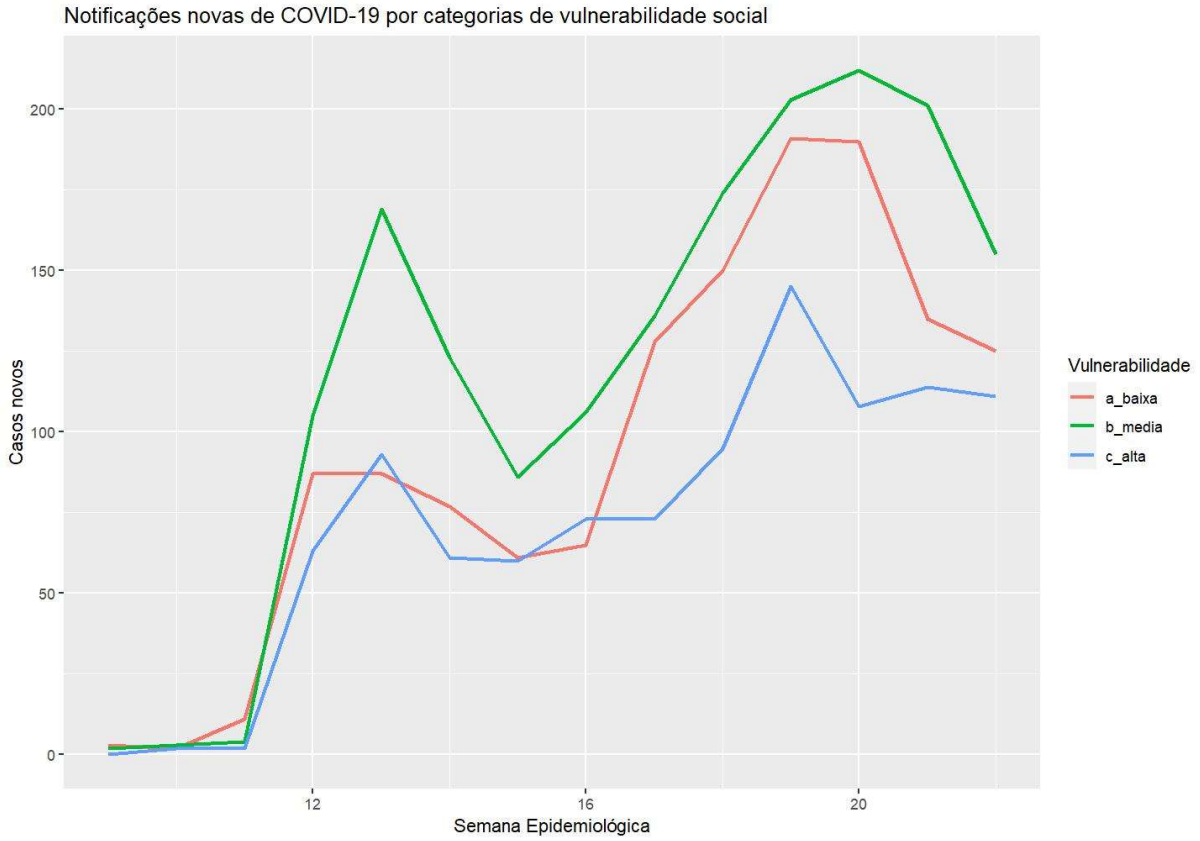
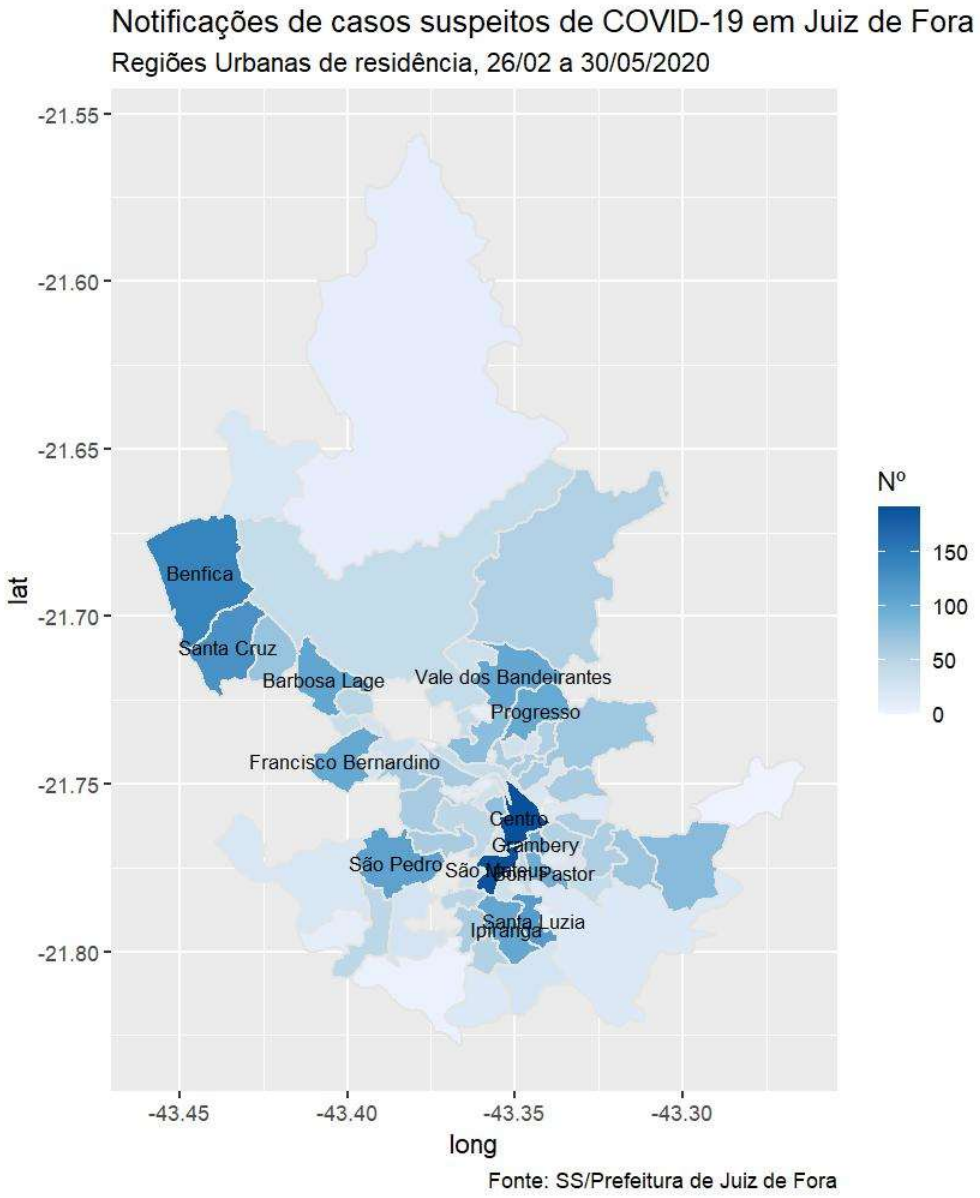
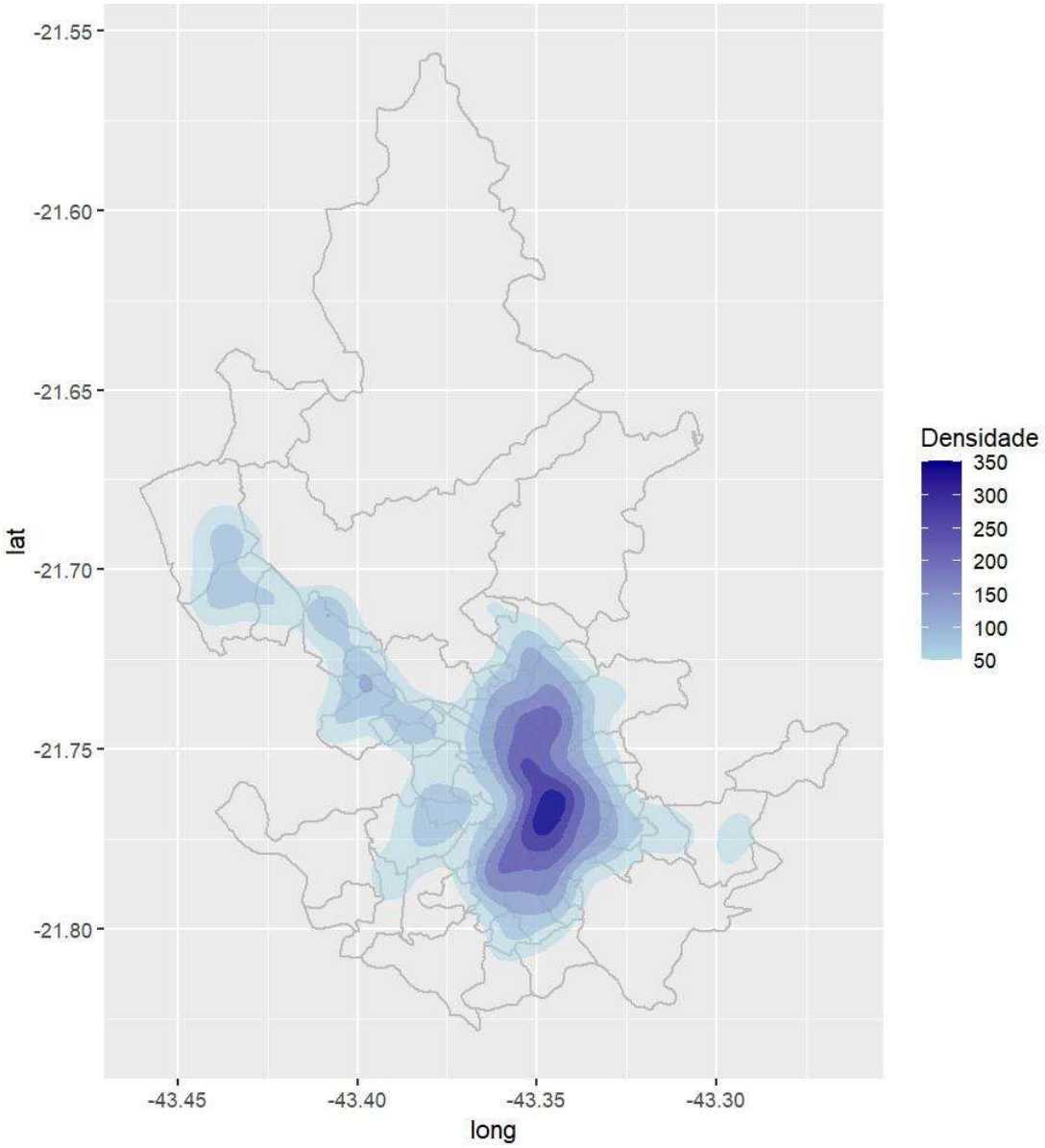


GRÁFICO 1 – Notificações de casos novos suspeitos de COVID-19 por categorias de vulnerabilidade social das Regiões Urbanas de Juiz de Fora e por semanas epidemiológicas.



MAPA 2 – Distribuição das notificações de casos suspeitos de COVID-19 por Região Urbana de Juiz de Fora no período de 26/02 a 30/05/2020.



MAPA 3 – Mapa de densidade (Kernel) das notificações novas de casos suspeitos de COVID-19 por Região Urbana de Juiz de Fora no período de 26/02 a 30/05/2020.

MAPA 4 - Distribuição das notificações novas de casos suspeitos de COVID-19 por semana epidemiológica e por Região Urbana de Juiz de Fora no período de 26/02 a 30/05/2020.

Os mapas de fluxo assistencial foram estratificados pelas categorias de vulnerabilidade social e apresentados os principais fluxos: para os hospitais (atendimento de plantão e internações), unidades públicas de urgência e unidades básicas de saúde (UBS). A Tabela 1 mostra as frequências de pacientes atendidos nos tipos de unidades de saúde e residentes nas áreas categorizadas por vulnerabilidade social.

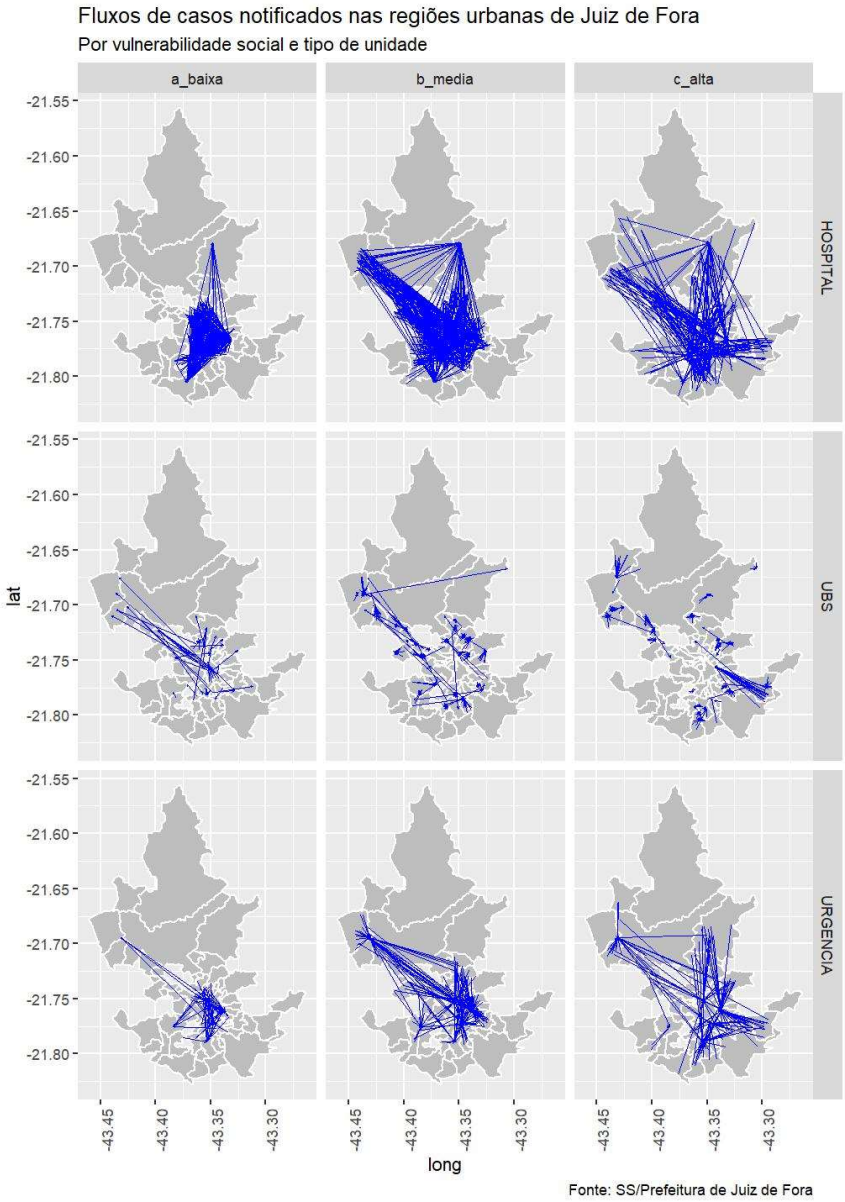
Os residentes em regiões de baixa e média vulnerabilidade social foram notificados principalmente em unidades hospitalares, enquanto os de regiões de alta vulnerabilidade social em UBS. Para os atendimentos em unidades hospitalares e de urgência, as distâncias percorridas pelos moradores de regiões de baixa vulnerabilidade social foram as menores, seguidas pelos de regiões de média e de alta vulnerabilidade. As distâncias percorridas são sempre menores para os atendimentos em UBS (Mapa 5).

GRUPO DE MODELAGEM EPIDEMIOLÓGICA DA COVID-19

TABELA 1 – Notificações de casos suspeitos de COVID-19 por semana epidemiológica e categorias de vulnerabilidade social em Juiz de Fora, de 26/02/2020 a 30/05/2020.

Tipo	Semanas Epidemiológicas														TOTAL
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
REGIÕES URBANAS DE BAIXA VULNERABILIDADE															
HOSPITAL	0	2	8	50	44	50	31	38	54	64	72	78	57	47	595
UBS	0	0	0	4	9	0	3	4	4	8	4	13	9	5	63
URGENCIA	0	0	1	17	19	5	4	4	2	12	13	7	1	6	91
OUTROS	3	0	2	16	15	22	23	19	68	66	102	92	68	67	563
TOTAL	3	2	11	87	87	77	61	65	128	150	191	190	135	125	1312
REGIÕES URBANAS DE MÉDIA VULNERABILIDADE															
HOSPITAL	2	3	4	36	52	53	42	48	60	72	85	97	74	45	673
UBS	0	0	0	35	62	34	33	37	35	37	50	47	49	48	467
URGENCIA	0	0	0	29	39	28	8	9	21	20	19	17	15	9	214
OUTROS	0	0	0	5	16	8	3	12	20	45	49	51	63	53	325
TOTAL	2	3	4	105	169	123	86	106	136	174	203	212	201	155	1679
REGIÕES URBANAS DE ALTA VULNERABILIDADE															
HOSPITAL	0	1	1	13	24	34	14	23	24	39	50	30	33	31	317
UBS	0	0	1	18	45	13	28	27	23	23	47	45	40	52	362
URGENCIA	0	0	0	29	19	9	9	11	17	12	21	12	10	6	155
OUTROS	0	1	0	3	5	5	9	12	9	21	27	21	31	22	166
TOTAL	0	2	2	63	93	61	60	73	73	95	145	108	114	111	1000
TOTAL GERAL	5	7	17	255	349	261	207	244	337	419	539	510	450	391	3991

GRUPO DE MODELAGEM EPIDEMIOLÓGICA DA COVID-19



MAPA 5 – Fluxos assistenciais das notificações novas de casos suspeitos de COVID-19 do local de residência para as unidades de atendimento para os residentes em Regiões Urbanas, por categorias de vulnerabilidade social em Juiz de Fora.