

Curvas Descrevendo Casos de Covid-19 no Brasil

Esmerindo Bernardes^{1,*}

¹*Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil*

(Dated: 25 de Agosto de 2020)

Desejamos retratar casos de Covid-19 no Brasil, transformando números de casos (acumulados) em uma curva suave, como uma fotografia que captura uma cena. Após análise dos dados de casos de Covid-19 (acumulados diariamente) provenientes da China, apresentamos uma curva universal, descrita por uma tangente hiperbólica, para descrever os casos de Covid-19 e suas taxas de crescimento. Apenas quatro parâmetros são necessários, determinados por um ajuste não-linear. Sob a condição de testes diários em massa, esta curva pode indicar, após seu ponto de inflexão ser atingido, o platô final da contaminação com alguns dias de antecedência. Apresentamos também curvas para os casos acumulados semanalmente, as quais são úteis para ilustrar a situação atual. Será mostrada uma análise para cada estado brasileiro, atualizada sempre as segundas-feiras. Fique em casa e visite o *site CovidBR* ou o curso *Covid-19 no Brasil*.

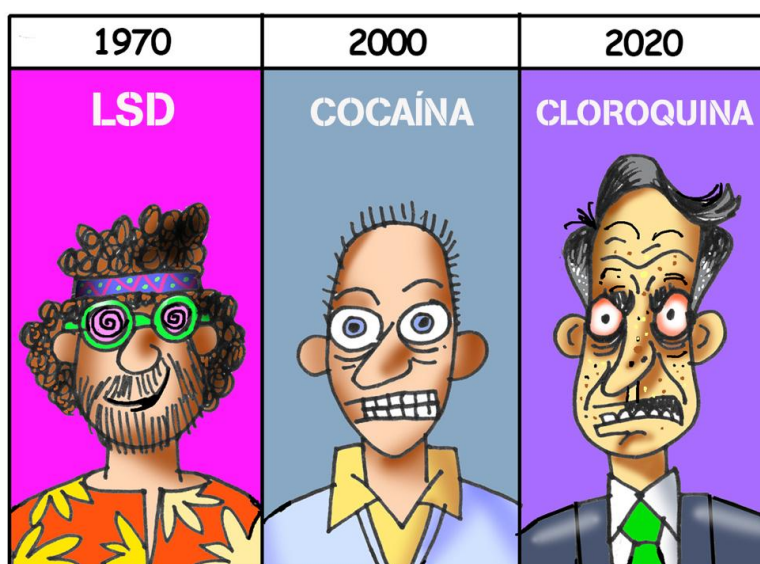
CONTEÚDO

I. Introdução	4
II. Curvas	4
II.1. Função modelo	4
II.2. Resultados	5
II.3. Parâmetros	8
III. Casos modelos	8
III.1. China	8
III.2. Coreia do Sul	9
III.3. Nova Zelândia	10
IV. Brasil	10
IV.1. Sudeste	11
IV.1.1. São Paulo	11
IV.1.2. Rio de Janeiro	11
IV.1.3. Minas Gerais	11
IV.1.4. Espírito Santo	12
IV.2. Nordeste	12
IV.2.1. Bahia	12
IV.2.2. Ceará	12
IV.2.3. Maranhão	12

* sousa@ifsc.usp.br

IV.2.4. Pernambuco	13
IV.2.5. Paraíba	13
IV.2.6. Alagoas	13
IV.2.7. Piauí	13
IV.2.8. Sergipe	13
IV.2.9. Rio Grande do Norte	14
IV.3. Norte	14
IV.3.1. Pará	14
IV.3.2. Amazonas	14
IV.3.3. Rondônia	14
IV.3.4. Tocantins	15
IV.3.5. Roraima	15
IV.3.6. Amapá	15
IV.3.7. Acre	15
IV.4. Centro-Oeste	16
IV.4.1. Distrito Federal	16
IV.4.2. Goiás	16
IV.4.3. Mato Grosso	16
IV.4.4. Mato Grosso do Sul	16
IV.5. Sul	17
IV.5.1. Santa Catarina	17
IV.5.2. Paraná	17
IV.5.3. Rio Grande do Sul	17
V. Conclusões	17
VI. Figuras	19
VI.1. China	19
VI.2. Coreia do Sul	21
VI.3. Nova Zelândia	23
VI.4. Brasil	25
VI.4.1. São Paulo	27
VI.4.2. Rio de Janeiro	29
VI.4.3. Minas Gerais	31
VI.4.4. Espírito Santo	33
VI.4.5. Bahia	35
VI.4.6. Ceará	37
VI.4.7. Maranhão	39
VI.4.8. Pernambuco	41
VI.4.9. Paraíba	43
VI.4.10. Alagoas	45
VI.4.11. Piauí	47
VI.4.12. Sergipe	49
VI.4.13. Rio Grande do Norte	51
VI.4.14. Pará	53

VI.4.15. Amazonas	55
VI.4.16. Rondônia	57
VI.4.17. Tocantins	59
VI.4.18. Roraima	61
VI.4.19. Amapá	63
VI.4.20. Acre	65
VI.4.21. Distrito Federal	67
VI.4.22. Goiás	69
VI.4.23. Mato Grosso	71
VI.4.24. Mato Grosso do Sul	73
VI.4.25. Santa Catarina	75
VI.4.26. Paraná	77
VI.4.27. Rio Grande do Sul	79



Miguel Paiva, 247, 2020

Miguel Paiva, Insta, 2020

I. INTRODUÇÃO

Motivação. Desejamos retratar casos de Covid-19 no Brasil, transformando números de casos (acumulados) em uma curva suave, como uma fotografia que captura uma cena. Neste caso, o cenário é a situação atual dos casos de Covid-19, atualizada semanalmente. Esperamos que o uso de uma função suave (modelo) possa servir como uma referência (até mesmo visual) para tirarmos conclusões ao olharmos para os dados de Covid-19 acumulados diariamente e/ou semanalmente. Quantos dias ainda restam para se chegar ao meio do caminho (ponto de inflexão)? Quantos dias ainda restam para se chegar à estabilização? Uma nova onda de contaminações está a caminho? Como estão as taxas de crescimento (rapidez e aceleração) dos casos? Estas são questões relevantes que podem ser quantificadas com o uso de uma função modelo.

Como usar este texto. A função modelo escolhida é descrita na Sec. II.1. Esta seção define os termos técnicos importantes: o ponto de inflexão, o platô de estabilização e as taxas de crescimento (rapidez e aceleração). Não se preocupe com detalhes matemáticos. A Sec. II.2 apresenta as estratégias básicas que norteiam as análises dos casos de Covid-19. Em particular, as quatro conjecturas apresentadas nesta seção, juntamente com as recomendações no quadro rosa, devem ser mantidas em mente. Estas conjecturas são construídas na Sec. III. Quem não se interessar pelos detalhes de como os parâmetros da função modelo são determinados, pode omitir a leitura da Sec. II.3. Conclusões são apresentadas na Sec. V.

Cuidados. As previsões apresentadas variam diariamente, principalmente em situações onde os casos de Covid-19 ainda estão no início e/ou não há testes em massa. Testes em massa (em grande quantidade e periódicos) conferem mais confiabilidade a qualquer modelo. A falta de testes em massa coloca em risco qualquer tentativa de previsões. Realizar testes em massa, regularmente, e seguir as recomendações internacionais de segurança podem garantir estimativas confiáveis e, o mais importante, podem diminuir casos de infecções e salvar vidas. Vidas são importantes. Devo também mencionar que este trabalho é um exercício de “reconversão” de um Físico Teórico, durante esta pandemia, que não é especialista em Estatística e muito menos em Imunologia. Fique em casa!

Como sempre, quaisquer dúvidas, sugestões e/ou correções serão muito bem vindas.

II. CURVAS

II.1. Função modelo

A função tangente hiperbólica

$$Z_N(n) = a \tanh(bn - c) + d, \quad (1)$$

tem duas características desejáveis em qualquer curva descrevendo casos de infecção por Covid-19 acumulados ao longo do número de dias n : ela possui platôs no início e no final e possui (apenas) um ponto de inflexão em $n_i = c/b$ (onde a concavidade muda de orientação). O platô final representa a estabilização dos casos de contaminação acumulados. A ordem de grandeza dos casos acumulados em N dias é dada pelo parâmetro a (ou $d = Z(n_i)$). A sua amplitude é $2a$ (ou $2d$). A inclinação desta curva é controlada pela reta $bn - c$, onde o parâmetro b é o coeficiente angular desta reta.

A Figura 1 mostra uma curva típica exibindo o platô inicial (parte vermelha), o ponto de inflexão (ponto verde, $n_i = 16.48$) e o platô final (parte azul). A ordem de grandeza dos casos acumulados em 30 dias é de 8000. A inclinação desta curva é dada pela reta $0.170n - 2.807$, mostrada como uma curva tracejada na Figura 1a.

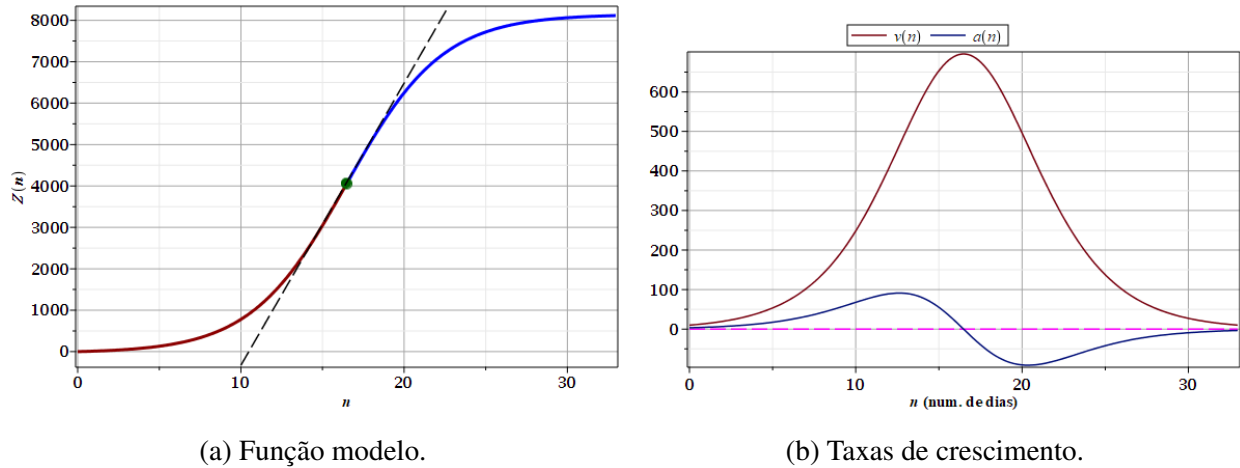


Figura 1: Função modelo (1) com seus dois platôs, o ponto de inflexão (ponto verde) e suas taxas de crescimento (velocidade e aceleração). Parâmetros: $a = 4086,9$, $d = 4057,2$, $b = 0,170$ e $c = 2,807$. Ponto de inflexão: $n = 16.48$.

Esta curva fornece também duas importantes taxas de crescimento: a rapidez (ou velocidade) e a aceleração, designadas por $V(n)$ e $A(n)$, respectivamente,¹

$$V(n) = \frac{dZ}{dn} = ab \operatorname{sech}(bn - c), \quad A(n) = \frac{dV}{dn} = -\frac{2b}{a}(Z(n) - d)V(n). \quad (2)$$

No ponto de inflexão n_i , a rapidez é máxima ($V(n_i) = ab$) e a aceleração é nula ($A(n_i) = 0$). A partir do ponto de inflexão a aceleração é negativa, fazendo com que a rapidez diminua até atingir a estabilização, como ilustrado na Figura 1b. A velocidade será sempre positiva, enquanto a aceleração será positiva no início e negativa no final (porção abaixo da linha tracejada na Figura 1b). A aceleração sempre terá uma intensidade menor que a velocidade. Na condição de estabilização, estas taxas devem ser praticamente nulas no lado direito das curvas que as representam.

II.2. Resultados

Estratégia. Usar casos de Covid-19 de países que conseguiram estabilizar/controlar o processo de contaminação para estudar as propriedades da função modelo (1) que possam ser universais, ou seja, que possam ser encontradas também nos casos de Covid-19 em desenvolvimento em outros países. Uma vez estabelecida tais propriedades, poderemos analisar a situação de outros países, oferecendo mais uma forma de análise, principalmente visual, dos dados de Covid-19 de um determinado país. Importante frisar que estamos usando casos no sentido de casos de contaminação incluindo mortes, curados e ainda infectados.

¹ Para os nerds: $V = dZ/dn$ (derivada primeira) e $A = dV/dn$ (derivada segunda), como nos cursos de Mecânica ou Cálculo.

Conjecturas. Cada conjunto de dados será representado por quatro gráficos: dois para os casos acumulados e dois para as taxas de crescimento (diária e semanalmente). Os gráficos dos casos acumulados também mostrarão (como um detalhe) o desvio médio quadrático (*rms*) das últimas curvas. Similarmente, os gráficos das taxas de crescimento também mostrarão (como um detalhe) os pontos de inflexão (*ip*) das últimas curvas. As conjecturas seguintes formam a base das análises desses gráficos representando os casos de Covid-19 e são justificadas na Seção III.

Conjectura 1: uma convergência monotônica das últimas curvas representando os casos indica uma possível estabilização.

Conjectura 2: uma diminuição gradativa no *rms* associado a cada curva de casos indica uma possível estabilização.

Conjectura 3: taxas de crescimento descritas por curvas completas indicam uma possível estabilização.

Conjectura 4: oscilações nos dados podem indicar a presença de múltiplas ondas de contaminação.

Conjectura 5: pontos de inflexão estáveis (linha horizontal) indica uma possível estabilização.

Recomendações. Com base nas conjecturas acima, listamos abaixo algumas recomendações para interpretar as figuras ilustrando as análises apresentadas na Seção IV. **Importante ter em mente que chegar ao ponto de inflexão significa percorrer metade da jornada até à estabilização.** (Veja a Figura 1.)

Como ler as curvas ajustadas aos casos:

1. Observe quão distante estão as últimas curvas;
2. Observe a intensidade e a frequência das oscilações;
3. Observe quantos dias (semanas) restam para uma possível estabilização;
4. Observe os desvios médios quadráticos (*rms*).

Como ler as curvas das taxas de crescimento:

1. Observe a intensidade da rapidez V ;
2. Observe se a rapidez V atingiu seu máximo ou não;
3. Observe o sinal da aceleração A :
 - (a) $A > 0$: a rapidez V está tentando atingir seu máximo;
 - (b) $A = 0$: a rapidez V está no seu valor máximo (ponto de inflexão, i_p);
 - (c) $A < 0$: a rapidez V está diminuindo e uma estabilização pode ser visualizada.
4. Observe o comportamento do ponto de inflexão i_p :
 - (a) linha horizontal indica uma estabilidade próxima;
 - (b) linha inclinada indica a presença de novos casos.

Atenção. Depois de algum tempo acompanhando os desdobramentos das consequências da Covid-19 percebo que políticas de relaxamentos de certas regras (ou medidas) de combate a esta pandemia, sob o singelo capuz “flexibilização”, foram formuladas com base numa interpretação equivocada (intencionalmente?) das taxas de crescimento. Explico. Observe a linha horizontal cortando a rapidez V (primeira taxa de crescimento) em dois momentos distintos, pontos A e C mostrados na Figura 2. O ponto médio B indica o momento do máximo valor da rapidez (ponto de inflexão). O momento A é onde as regras de combate à pandemia são amplamente divulgadas como necessárias. No momento C tais regras são “flexibilizadas”, sob o argumento que a rapidez V está diminuindo porque a aceleração A está negativa. Apesar de assentado em observações verdadeiras, este argumento pode ser falacioso. Vejamos. A rapidez é um número (positivo), que varia em função dos dias acumulados, formando uma função simétrica em relação ao seu valor máximo (ponto de inflexão). Assim, a rapidez no momento A tem o mesmo valor que no momento C. Portanto a rapidez não pode ser usada como justificativa principal para o relaxamento das regras de combate. Neste modelo, o que diferencia os momentos A e C é a aceleração, a qual pode mudar facilmente em função do relaxamento. Esta dependência da aceleração com o relaxamento é visível em muitos casos, como China, Coreia do Sul, Vietnã, Austrália, Espanha, França e Itália. Em muitos destes casos, o relaxamento nas medidas de proteção foram tomadas em fases muito mais avançadas (muito próximo de uma estabilização) em relação à fase em que se encontra a quase totalidade dos casos brasileiros. Este pode ser o momento equivocado para adotar qualquer medida de relaxamento. Aparentemente não estamos aprendendo com o erro dos outros: o de acreditar que exista uma fase segura para relaxar as medidas de combate. Vale lembrar que uma consequência importante da reincidência de infecções é o risco de mais mortes.

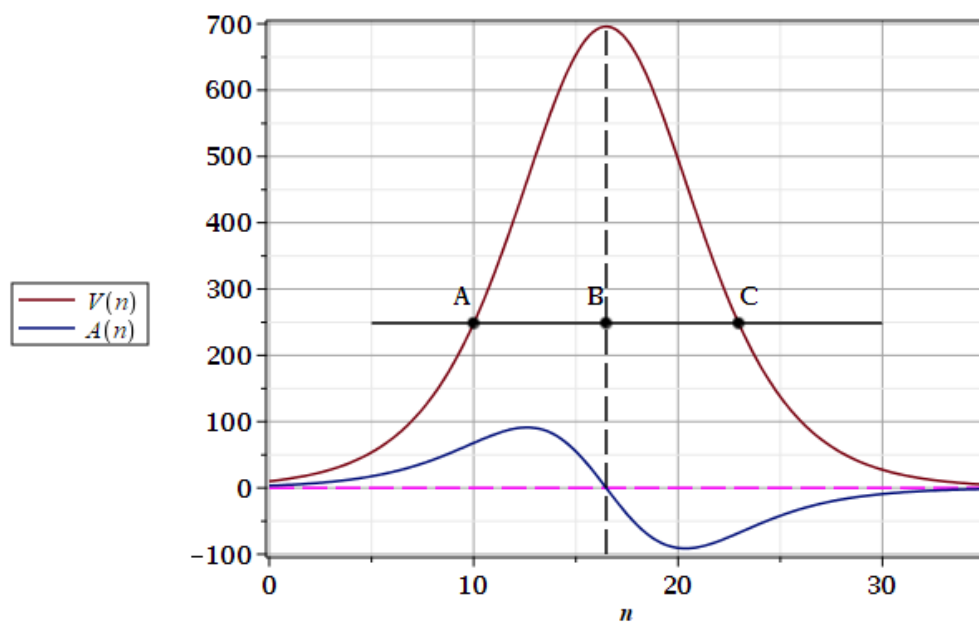


Figura 2: Taxas de crescimento, rapidez V e aceleração A , em função dos dias (ou semanas) acumulados.

II.3. Parâmetros

Os parâmetros $\{A, a, b, C\}$ da função modelo (1) precisam ser determinados para descrever, da melhor forma possível, um conjunto de casos de Covid-19 de um determinado país. Esse cálculo é feito por programas computacionais muito bem conhecidos, denominados “otimização não-linear”, onde o desvio médio quadrático é minimizado. O desvio médio quadrático (ou simplesmente *rms*) nos dá uma noção (numérica) da qualidade da curva descrita pela função modelo em reproduzir os dados fornecidos: quanto menor o *rms*, melhor a concordância entre previsão (calculado) e observação (dado). Nos casos analisados, há gráficos exibindo *rms* para curvas Z_N , obtidas considerando casos acumulados até o dia N .

Os dados usados aqui são provenientes do [Ministério da Saúde](#). Consulte as plataformas [Observatório Covid-19 BR](#) e [Comitê Científico de Combate ao Coronavírus](#) para mais informações sobre o Covid-19 no Brasil e também sobre outros trabalhos. Interessado nos detalhes técnicos utilizados na determinações destas curvas? Visite o curso [Covid-19 no Brasil](#)

III. CASOS MODELOS

III.1. China

A Figura 3 mostra os dados de Covid-19 ocorridos na China acumulados por um período de 74 dias (cerca de 11 semanas), suficiente para a estabilização da taxa de novos contágios próxima de zero. O eixo vertical (Casos) indica o número de casos acumulados no decorrer dos n dias no eixo horizontal. Os círculos representam os casos observados. A linha cheia (preta) representa a função modelo (1) que melhor descreve este conjunto de dados, denominada de Z_{74} (descrita no rótulo da Figura 3). O desvio médio quadrático (*rms*) desta curva é 1600, um valor 40 vezes menor que a amplitude em torno de 80000 casos. Podemos afirmar que a curva Z_{74} representa bem os dados presentes.

A curva Z_{21} (vermelha), mostrada no meio da Figura 3, foi obtida usando apenas os 21 primeiros dias. Esta curva Z_{21} indica um falso platô em torno de 50000 casos. É uma falsa indicação de estabilização, pois conhecemos a história completa deste conjunto de dados. No entanto, note o salto no número de casos do dia 21 para o dia 22 (pontos verdes), muito próximo do ponto de inflexão da curva global Z_{74} . Em geral, a taxa de crescimento de casos é máxima em torno do ponto de inflexão. Talvez este salto esteja presente também nos dados de outros países, indicando a presença de um ponto de inflexão. Pode ser também que tenha havido um aumento substancial de testes em torno do dia 21. Pode ser também a indicação de uma insurgência de novos casos, uma nova onda de casos (cujo motivos não vamos discutir aqui).

A Figura 3 também mostra as cinco curvas $Z_{70 \leq N \leq 74}$, obtidas usando os casos acumulados nos últimos cinco dias. Todas estas curvas apresentam seus platôs finais acima da curva global Z_{74} , de forma ordenada, cada uma mais próxima da curva global (veja o detalhe superior na Figura 3). Este cenário se repete para as demais curvas $Z_{N > 32}$. Dizemos que as curvas pós-inflexão $Z_{N > 24}$ convergem monotonicamente (suavemente) para a curva global Z_{74} , a qual é um limite inferior. **Conjectura 1: uma convergência monotônica indica uma possível estabilização.** Vale ressaltar que as cinco curvas vizinhas à curva Z_{21} a têm como limite superior. Assim procuraremos analisar o comportamento das últimas cinco curvas para cada conjunto de dados, na tentativa de

identificar se estão num processo de convergência monotônica para algum limite inferior ou superior, indicando uma estabilização ou um ponto de inflexão.

O detalhe inferior na Figura 3 mostra o desvio médio quadrático rms das últimas 50 curvas $Z_{24 \leq N \leq 74}$. A diminuição monotônica destes desvios médios corrobora a convergência monotônica das curvas $Z_{N > 32}$ para a curva global Z_{74} . **Conjectura 2: uma diminuição gradativa no rms indica uma possível estabilização.**

Os dados de casos acumulados semanalmente e as curvas que os representam estão mostrados na Figura 4. Uma unidade de tempo maior (sete dias) é conveniente para “suavizar” os dados, eliminando algumas oscilações que surgem diariamente. O inconveniente é que precisa esperar sete dias e, portanto, diminui-se o poder de previsão, mesmo que seja mínimo. No entanto, é uma ótima forma visual de análise dos dados. Observe que, novamente, as últimas cinco curvas estão praticamente superpostas e que o desvio médio quadrático (rms mostrado no detalhe) está diminuindo, confirmando as duas conjecturas estabelecidas anteriormente. A curva Z_{11} descreve globalmente os dados de casos acumulados semanalmente, com um $rms = 1298$.

As taxas de crescimento, rapidez $v(n)$ e aceleração $a(n)$, estão nas Figuras 5 (diariamente) e 6 (semanalmente). Note que estas curvas estão completas, mostrando uma estabilização real a partir do dia 50 (ou a partir da semana oito). O ponto de inflexão está próximo do dia 18 ou da semana 3. **Conjectura 3: taxas descritas por curvas completas indicam uma possível estabilização.**

III.2. Coreia do Sul

A Coreia do Sul tem um processo de contaminação por Covid-19 muito interessante, como podemos ver na Figura 7. Primeiro, percebemos claramente que a curva Z_{190} não é uma boa representação dos dados observados (círculos), embora ela satisfaça uma das Conjecturas estabelecidas no caso da China: Z_{190} é uma curva limite para as últimas cinco curvas (que estão praticamente superpostas a ela). Segundo, os dados da Coreia do Sul apresentam uma novidade: oscilações em torno da curva global Z_{190} . Estas oscilações são tão fortes que permitem uma análise com múltiplas ondas de casos de contaminação. A primeira onda Z_a dura até o dia 30 e é uma onda completa. A segunda onda Z_b está compreendida entre os dias 31 e 80, também completa. A terceira onda Z_c inicia no dia 81 e termina no dia 172, de forma incompleta. Uma quarta onda Z_d está se desenvolvendo a partir do dia 173. Os desvios médios quadráticos (rms) mostrados no detalhe da Figura 7 são referentes à última onda Z_d . Extrapolamos o final da curva Z_a e o início da curva Z_b para verificar que estes platôs estão praticamente na mesma altura. Do ponto de vista prático, o processo de contaminação poderia ter se estabilizado na primeira ou na segunda onda. Vários motivos podem levar ao surgimento de novas ondas. Talvez o principal motivo seja um relaxamento precoce nas medidas de contenção à epidemia.

A Figura 8 mostra o comportamento dos casos acumulados semanalmente, analisados com o uso de múltiplas ondas. A primeira onda vai até a semana cinco e é representada pela curva Z_a , determinada usando somente os dados destas primeira cinco semanas (o mínimo necessário). A segunda onda, representada pela curva Z_b , termina na semana 13. A terceira onda Z_c termina na semana 25 e a última onda está em desenvolvimento. Portanto, chegamos a mais uma conjectura. **Conjectura 4: oscilações nos dados podem indicar a presença de múltiplas ondas de contaminação.**

As taxas de crescimento da última onda, rapidez $v(n)$ e aceleração $a(n)$, estão mostradas nas Fi-

guras 9 (diárias) e 10 (semanais). Note que estas curvas estão incompletas na parte final, indicando que o processo de contaminação ainda não foi estabilizado. No entanto, estas curvas indicam um ponto de inflexão em torno do dia 143 (semana 20,9). O detalhe na Figura 9 mostra o comportamento do ponto de inflexão (i_p) nos últimos dias. Podemos ver que a aceleração está em torno de seu valor mínimo e a velocidade está diminuindo.

III.3. Nova Zelândia

Aqui é um bom lugar para pôr em prática as recomendações dadas no quadro rosa no final de Seção II.2. Releia-o e veja se concorda com as observações abaixo.

Nova Zelândia é um exemplo a ser seguido, como podemos ver nas Figuras 11 (casos diários) e 12 (casos semanais). Observe como as últimas cinco curvas estão praticamente superpostas e, portanto, estáveis (a partir do dia 70). As oscilações são insignificantes e os desvios médios quadráticos (rms) mostrados nos detalhes estão diminuindo acentuadamente. As Figuras 13 (casos diários) e 14 (casos semanais) mostram as taxas de crescimento, completíssimas. O ponto de inflexão ocorreu no dia 33 (semana 5.5). Os detalhes nestas figuras mostram os pontos de inflexão (i_p) extraídos das últimas curvas. Note como estes pontos de inflexão são praticamente os mesmos, mais uma indicação de estabilidade. Por isso, usamos a curva global da Nova Zelândia para ilustrar a função modelo (1) na Figura 1. **Conjectura 5: pontos de inflexão estáveis (linha horizontal) indica uma possível estabilização.**

IV. BRASIL

Use as recomendações dadas no quadro rosa no final de Seção II.2 para uma melhor compreensão das análises e figuras exibidas aqui. Reveja também as Conjecturas 1–5 (Seção II.2) que formam o alicerce destas análises.

As curvas diárias e semanais descrevendo os casos acumulados de Covid-19 no Brasil estão mostradas nas Figuras 15 e 16, respectivamente. Observe que as últimas cinco curvas estão muito distantes umas das outras e que a região do platô final está muito distante. Observe também que há oscilações frequentes e de intensidades moderadas nos dados, as quais mudam o ordenamento das curvas conforme o dia ou a semana. Os detalhes nestas Figuras 15 e 16 mostram que os desvios médios quadráticos (rms) estão crescendo. Até aqui, estas evidências não indicam quaisquer sinais de estabilização.

As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes Z_{176} (diária) e Z_{26} (semanal), estão mostradas nas Figuras 17 (diariamente) e 18 (semanalmente). Note que estas curvas estão incompletas (no lado direito) e informam que o ponto de inflexão foi atingido recentemente (dia 145, semana 21,6). Os detalhes nestas figuras mostram os pontos de inflexão (i_p) correspondentes às últimas curvas. Note também que estes pontos de inflexão mudam, sempre procurando as datas mais recentes, uma indicação de descoberta de novos casos e/ou de novas ondas. Parece que estamos atolados no ponto de inflexão, alongando o prazo de espera para se obter a estabilização. Este efeito é resultado das flexibilizações precoces nas medidas de contenção, como o isolamento social. De qualquer forma, a situação é muito preocupante, pois a rapidez ainda está em torno de seu ponto máximo, ocasionando a maior taxa de crescimento

possível. É o momento de reforçar as medidas de contenção, para evitar o surgimento de novas ondas de contaminação.

IV.1. Sudeste

IV.1.1. São Paulo

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de São Paulo estão mostradas nas Figuras 19 (acumulados diariamente) e 20 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 21 (diariamente) e 22 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão foi atingido no dia 156 (semana 22,3). Embora a aceleração esteja negativa, a rapidez ainda está em torno de seu valor máximo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de casos novos (casos criados exclusivamente pelos relaxamentos nas medidas de prevenção) que não deveriam fazer parte desta onda.

IV.1.2. Rio de Janeiro

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Rio de Janeiro estão mostradas nas Figuras 23 (acumulados diariamente) e 24 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 25 (diariamente) e 26 (semanalmente). Havia indicações de estabilidade até a semana anterior. Agora temos uma nova onda surgindo com uma intensidade alta, o que explica os aumentos visíveis nos desvios médios quadráticos (rms). O ponto de inflexão foi atingido no dia 115 (semana 17,6) e está sendo empurrado pela nova onda, como mostra o comportamento dos pontos de inflexão i_p nos detalhes das Figuras 25 (diariamente) e 26 (semanalmente). A aceleração está negativa em torno de seu mínimo e a rapidez está diminuindo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de uma nova onda a partir da semana 21 (casos criados exclusivamente pelos relaxamentos nas medidas de prevenção).

IV.1.3. Minas Gerais

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Minas Gerais estão mostradas nas Figuras 27 (acumulados diariamente) e 28 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 29 (diariamente) e 30 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão foi atingido no dia 145 (semana 21,6). A aceleração está em torno de zero. A rapidez está em torno de seu valor máximo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de uma nova onda (casos criados exclusivamente pelos relaxamentos nas medidas de prevenção).

IV.1.4. Espírito Santo

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Espírito Santo estão mostradas nas Figuras 31 (acumulados diariamente) e 32 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 33 (diariamente) e 34 (semanalmente). Não há ainda indicações fortes de estabilidade. O ponto de inflexão foi atingido no dia 117 (semana 17,7). A aceleração está em torno de seu valor mínimo e a rapidez está diminuindo.

IV.2. Nordeste

IV.2.1. Bahia

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado da Bahia estão mostradas nas Figuras 35 (acumulados diariamente) e 36 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 37 (diariamente) e 38 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão (instável) foi atingido por volta do dia 135 (semana 19,4). A aceleração está negativa (em torno de seu mínimo) e a rapidez está diminuindo (mas ainda em torno de seu máximo).

IV.2.2. Ceará

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Ceará estão mostradas nas Figuras 39 (acumulados diariamente) e 40 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 41 (diariamente) e 42 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão (instável) foi atingido por volta do dia 101 (semana 15,3). A aceleração está em torno de seu valor mínimo e a rapidez está diminuindo. Há pequenas oscilações nos dados.

IV.2.3. Maranhão

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Maranhão estão mostradas nas Figuras 43 (acumulados diariamente) e 44 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 45 (diariamente) e 46 (semanalmente). Ainda não há indicação de estabilidade. O ponto de inflexão (instável) foi atingido no dia 95 (semana 14,5). A aceleração já passou pelo seu mínimo e a rapidez está diminuindo. No entanto, aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de uma superposição de novas ondas (uma criada antes mesmo que outra se feche).

IV.2.4. Pernambuco

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Pernambuco estão mostradas nas Figuras 47 (acumulados diariamente) e 48 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 49 (diariamente) e 50 (semanalmente). Ainda não há indicações de estabilidade. O ponto de inflexão (instável) foi atingido (por volta do dia 123, semana 18,3). A aceleração está negativa em torno de seu mínimo e a rapidez está diminuindo. Há oscilações moderadas nos dados.

IV.2.5. Paraíba

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado da Paraíba estão mostradas nas Figuras 51 (acumulados diariamente) e 52 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 53 (diariamente) e 54 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão (instável) foi atingido no dia 108 (semana 16,2). A aceleração está em torno de seu valor mínimo e a rapidez está diminuindo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de uma superposição de novas ondas (uma criada antes mesmo que outra se feche).

IV.2.6. Alagoas

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Alagoas estão mostradas nas Figuras 55 (acumulados diariamente) e 56 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 57 (diariamente) e 58 (semanalmente). Ainda não há indicação de estabilidade. O ponto de inflexão (instável) foi atingido no dia 115 (semana 17,4). A aceleração está em torno de seu valor mínimo e a velocidade está diminuindo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de uma superposição de novas ondas (uma criada antes mesmo que outra se feche).

IV.2.7. Piauí

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Piauí estão mostradas nas Figuras 59 (acumulados diariamente) e 60 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 61 (diariamente) e 62 (semanalmente). O ponto de inflexão (instável) foi atingido por volta do dia 124 (semana 18,6). A aceleração está em torno de seu valor mínimo e a rapidez está diminuindo.

IV.2.8. Sergipe

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Sergipe estão mostradas nas Figuras 63 (acumulados diariamente) e 64 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento,

rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 65 (diariamente) e 66 (semanalmente). O ponto de inflexão (instável) foi atingido recentemente no dia 123 (semana 18,3). A aceleração está em torno de seu valor mínimo e a rapidez está diminuindo. Há oscilações moderadas nos dados.

IV.2.9. Rio Grande do Norte

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Rio Grande do Norte estão mostradas nas Figuras 67 (acumulados diariamente) e 68 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 69 (diariamente) e 70 (semanalmente). Não há indicações fortes de estabilidade. O ponto de inflexão foi atingido no dia 112 (semana 16,9). A aceleração já passou pelo seu valor mínimo e a rapidez está diminuindo. Há oscilações moderadas nos dados.

IV.3. Norte

IV.3.1. Pará

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Pará estão mostradas nas Figuras 71 (acumulados diariamente) e 72 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 73 (diariamente) e 74 (semanalmente). Ainda não há indicação de estabilidade. O ponto de inflexão (instável) foi alcançado por volta do dia 97 (semana 14,9). A aceleração já passou pelo seu valor mínimo e a rapidez está diminuindo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de uma superposição de novas ondas (uma criada antes mesmo que outra se feche).

IV.3.2. Amazonas

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Amazonas estão mostradas nas Figuras 75 (acumulados diariamente) e 76 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 77 (diariamente) e 78 (semanalmente). Ainda não há indicações fortes de estabilidade. O ponto de inflexão (instável) foi alcançado por volta do dia 88 (semana 13,4). A aceleração já passou pelo seu valor mínimo e a rapidez está diminuindo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de uma superposição de novas ondas (uma criada antes mesmo que outra se feche).

IV.3.3. Rondônia

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Rondônia estão mostradas nas Figuras 79 (acumulados diariamente) e 80 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 81

(diariamente) e 82 (semanalmente). Não há indicação de estabilidade. O ponto de inflexão (instável) foi alcançado no dia 118 (semana 17,8). A aceleração está em torno de seu valor mínimo e a rapidez está em diminuindo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de uma superposição de novas ondas (uma criada antes mesmo que outra se feche).

IV.3.4. Tocantins

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Tocantins estão mostradas nas Figuras 83 (acumulados diariamente) e 84 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 85 (diariamente) e 86 (semanalmente). Há oscilações moderadas nos dados. O ponto de inflexão, que havia sido atingido, simplesmente desapareceu neste último mês. A aceleração está positiva e a rapidez está aumentando. A situação é preocupante pois, além do crescimento de casos, as taxas de crescimento são muito baixas, alongando muito o tempo de estabilização.

IV.3.5. Roraima

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Roraima estão mostradas nas Figuras 87 (acumulados diariamente) e 88 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 89 (diariamente) e 90 (semanalmente). O ponto de inflexão foi alcançado por volta do dia 116 (semana 17,3). A aceleração está em torno de seu valor mínimo e a rapidez está em diminuindo.

IV.3.6. Amapá

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Amapá estão mostradas nas Figuras 91 (acumulados diariamente) e 92 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 93 (diariamente) e 94 (semanalmente). Há indicações de estabilidade próxima. O ponto de inflexão (estável) foi atingido no dia 89 (semana 13,6). A aceleração já passou pelo seu mínimo e a rapidez está diminuindo. Há oscilações muito forte nos dados. Infelizmente o aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) indica a presença de uma superposição de novas ondas (uma criada antes mesmo que outra se feche).

IV.3.7. Acre

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Acre estão mostradas nas Figuras 95 (acumulados diariamente) e 96 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 97 (diariamente) e 98 (semanalmente). O ponto de inflexão (instável) foi alcançado no dia 96 (semana 14,6). A aceleração já passou pelo seu valor mínimo e a rapidez está diminuindo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão

(i_p) indicam a presença de uma superposição de novas ondas (uma criada antes mesmo que outra se feche).

IV.4. Centro-Oeste

IV.4.1. Distrito Federal

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Distrito Federal estão mostradas nas Figuras 99 (acumulados diariamente) e 100 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 101 (diariamente) e 102 (semanalmente). O ponto de inflexão (instável) foi atingido no dia 135 (semana 20,4). A aceleração está em torno de seu valor mínimo e a velocidade está diminuindo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de uma superposição de novas ondas (uma criada antes mesmo que outra se feche). Há oscilações moderadas nos dados.

IV.4.2. Goiás

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Goiás estão mostradas nas Figuras 103 (acumulados diariamente) e 104 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 105 (diariamente) e 106 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão (instável) foi atingido no dia 156 (semana 22,9). A aceleração está próxima de zero e a velocidade está em torno de seu valor máximo. Os casos diários de Goiás é um caso a parte: os comportamentos tanto do desvio médio quadrático (rms) quanto do ponto de inflexão (i_p) estão estáveis, porém a estabilização apresenta-se longe. Há oscilações moderadas nos dados.

IV.4.3. Mato Grosso

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Mato Grosso estão mostradas nas Figuras 107 (acumulados diariamente) e 108 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 109 (diariamente) e 110 (semanalmente). O ponto de inflexão (instável) foi atingido no dia 133 (semana 20). A aceleração está negativa (aproximando-se de seu valor mínimo) e a velocidade está diminuindo, mas ainda em torno de seu valor máximo. Há oscilações moderadas nos dados.

IV.4.4. Mato Grosso do Sul

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Mato Grosso do Sul estão mostradas nas Figuras 111 (acumulados diariamente) e 112 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas

Figuras 113 (diariamente) e 114 (semanalmente). O ponto de inflexão (instável) foi atingido recentemente no dia 141 (semana 21,1). A aceleração está negativa, próxima de zero, e a velocidade está em torno de seu valor máximo. Há oscilações pequenas nos dados.

IV.5. Sul

IV.5.1. Santa Catarina

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Santa Catarina estão mostradas nas Figuras 115 (acumulados diariamente) e 116 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 117 (diariamente) e 118 (semanalmente). O ponto de inflexão (instável) foi atingido recentemente no dia 149 (semana 21,7). A aceleração está negativa, próxima de zero, e a velocidade está em torno de seu valor máximo. Há oscilações pequenas nos dados.

IV.5.2. Paraná

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Paraná estão mostradas nas Figuras 119 (acumulados diariamente) e 120 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 121 (diariamente) e 122 (semanalmente). O ponto de inflexão (instável) foi atingido no dia 136 (semana 20,6). A aceleração está em torno de seu valor mínimo e a velocidade diminuindo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de uma superposição de novas ondas (uma criada antes mesmo que outra se feche). Há oscilações moderadas nos dados.

IV.5.3. Rio Grande do Sul

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Rio Grande do Norte estão mostradas nas Figuras 123 (acumulados diariamente) e 124 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 125 (diariamente) e 126 (semanalmente). O ponto de inflexão (instável) foi atingido recentemente no dia 158 (semana 23). A aceleração está em torno de zero e a velocidade está em torno de seu valor máximo. O aumento expressivo no desvio médio quadrático (rms) e o comportamento instável dos pontos de inflexão (i_p) indicam a presença de uma superposição de novas ondas (uma criada antes mesmo que outra se feche). Há muitas oscilações moderadas nos dados.

V. CONCLUSÕES

Estas conclusões, ainda preliminares, com base apenas nas curvas determinadas, podem mudar rapidamente com as oscilações que surgem nos dados. Neste momento, apenas o Tocantins ainda não atingiu o ponto de inflexão. Apenas o Amapá apresenta indícios de uma estabilização próxima.

Uma característica comum praticamente a todos os estados: o deslocamento do ponto de inflexão para datas mais recentes. Neste caso, os pontos de inflexão das últimas curvas de casos são representados por uma linha inclinada, denominada aqui de situação instável. Isto significa que novos casos estão surgindo devido a mudanças nas formas de combate à pandemia, como relaxamento precoce do distanciamento social e de medidas sanitárias.

VI. FIGURAS

VI.1. China

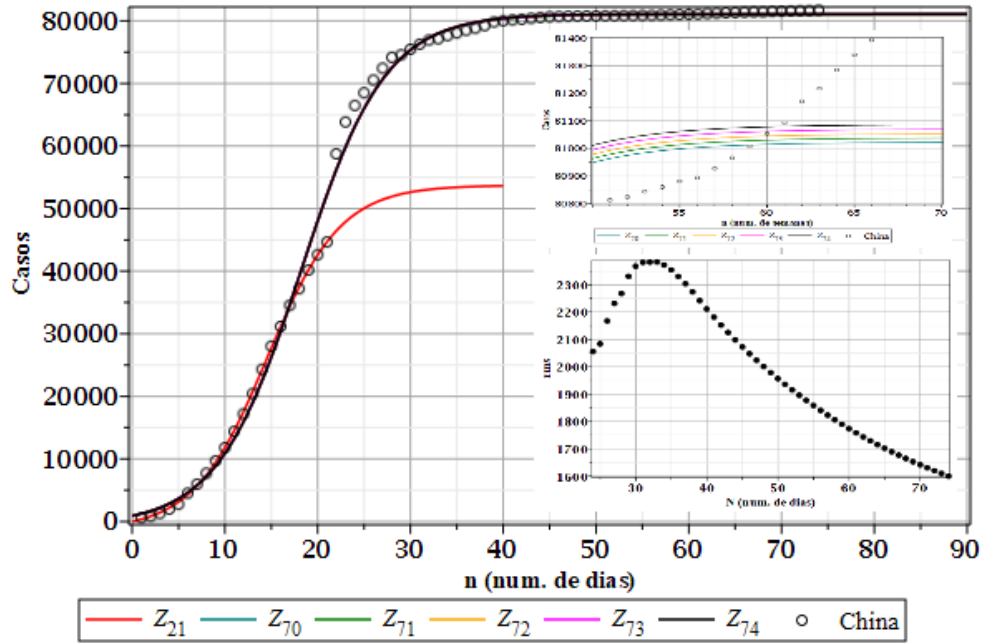


Figura 3: Casos diários de Covid-19 na China e *rms* (detalhe). $Z_{74} = 40823 \tanh(0,110n - 2,005) + 40264$.

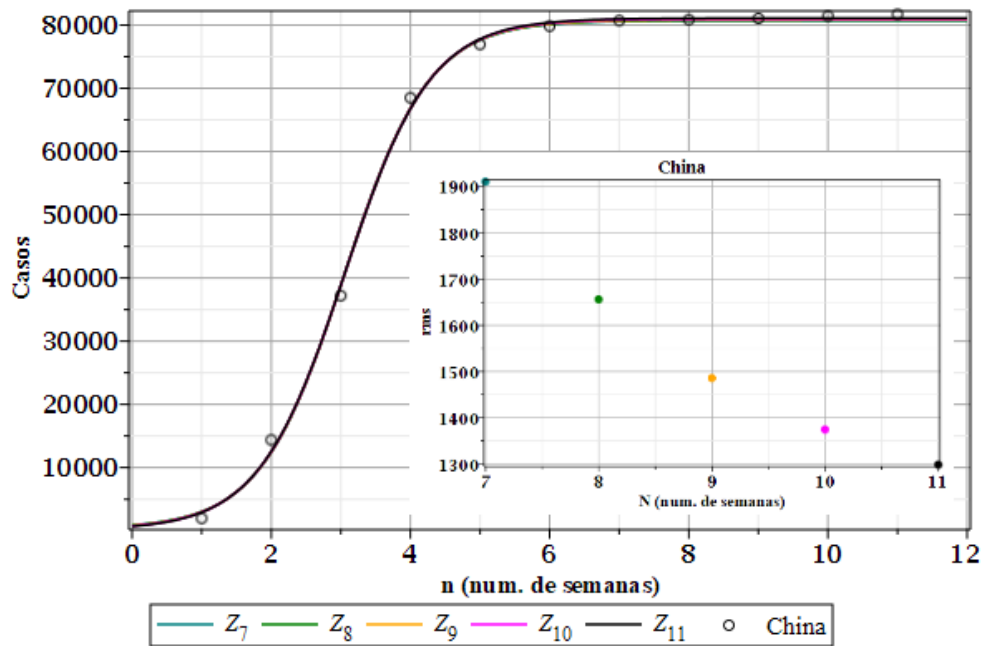


Figura 4: Casos semanais de Covid-19 na China e *rms* (detalhe). $Z_{11} = 40466 \tanh(0,811n - 2,477) + 40611$.

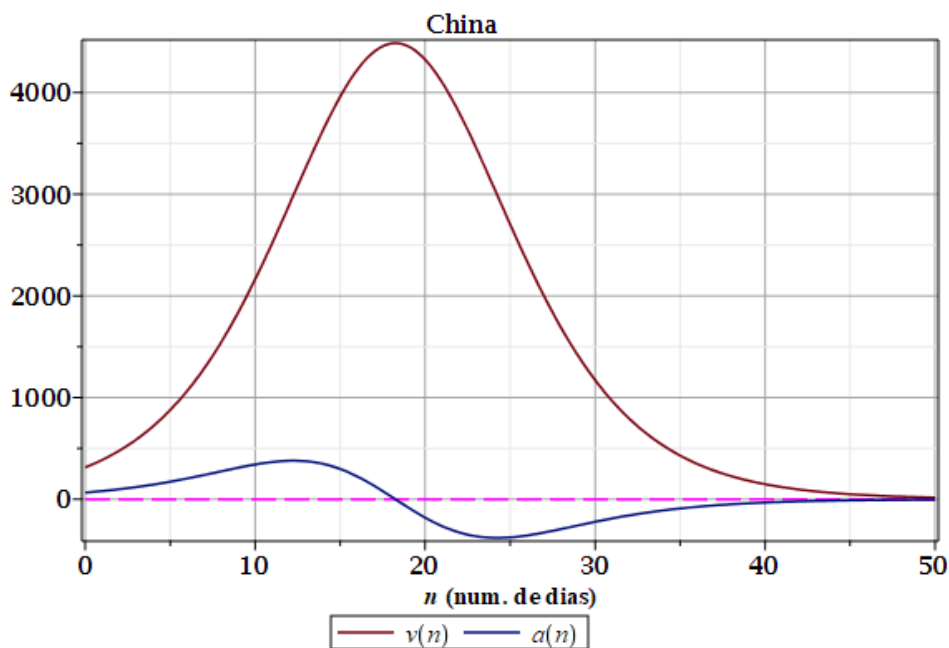


Figura 5: Taxas de crescimento diárias para a curva $Z_{74} = 40823 \tanh(0,110n - 2,005) + 40264$ descrevendo casos de Covid-19 na China. Curvas completas. Ponto de inflexão: $n \approx 18$.

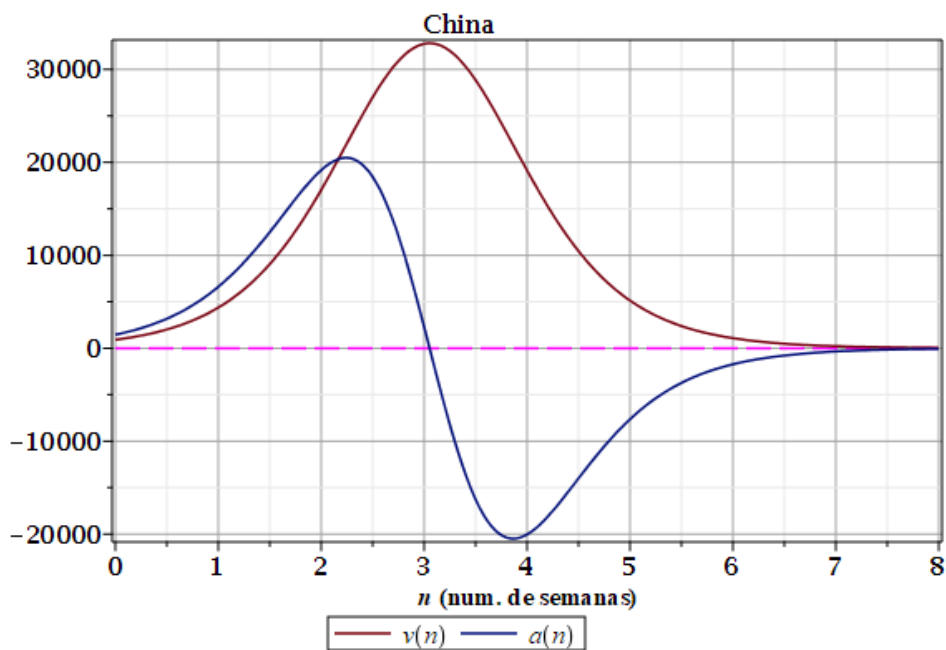


Figura 6: Taxas de crescimento semanais para a curva $Z_{11} = 40466 \tanh(0,811n - 2,477) + 40611$ descrevendo casos de Covid-19 na China. Curvas completas. Ponto de inflexão: $n \approx 3$.

VI.2. Coreia do Sul

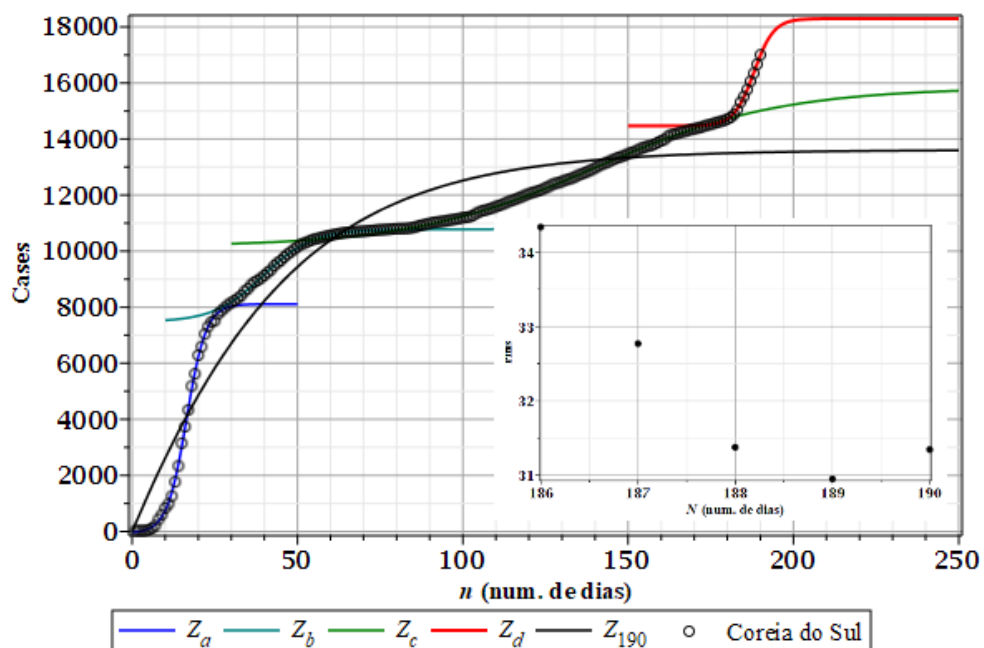


Figura 7: Casos diários de Covid-19 na Coreia do Sul e rms (última onda).

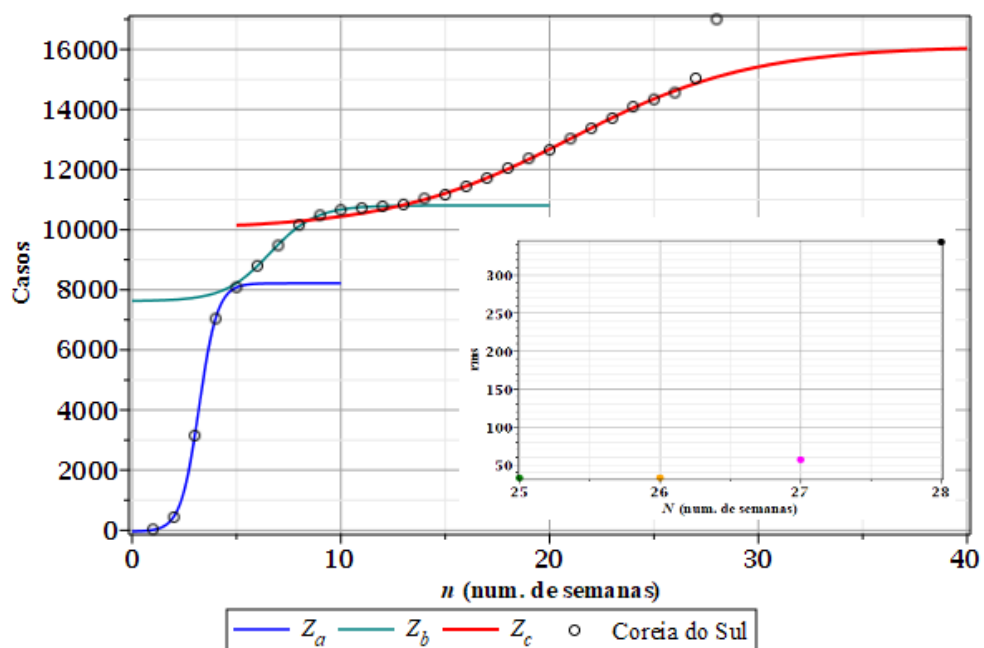


Figura 8: Casos semanais de Covid-19 na Coreia do Sul e rms (penúltima onda).

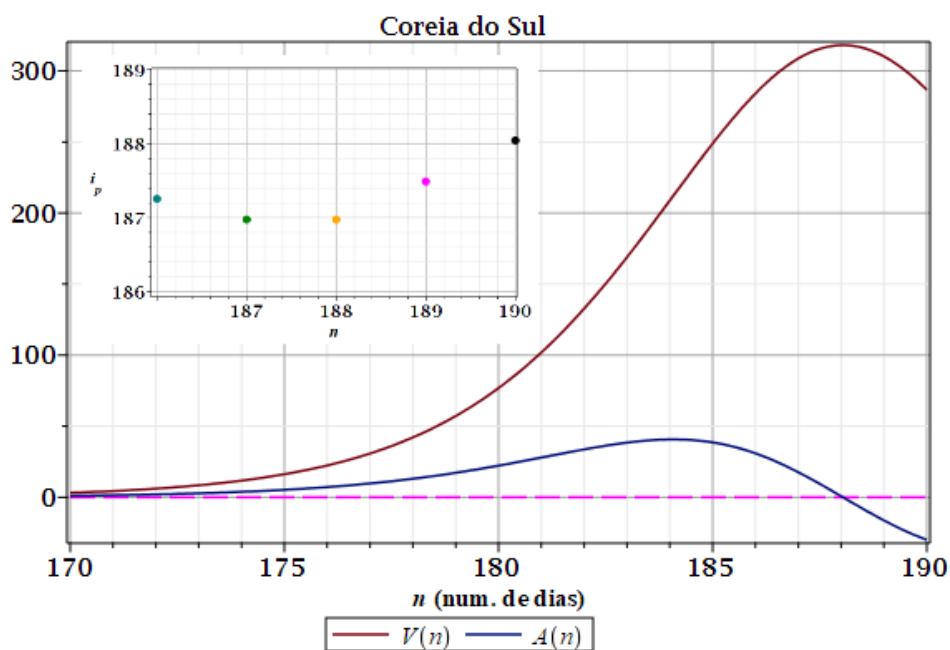


Figura 9: Taxas de crescimento diários para a curva Z_d descrevendo a terceira onda dos casos de Covid-19 na Coreia do Sul. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 188$.

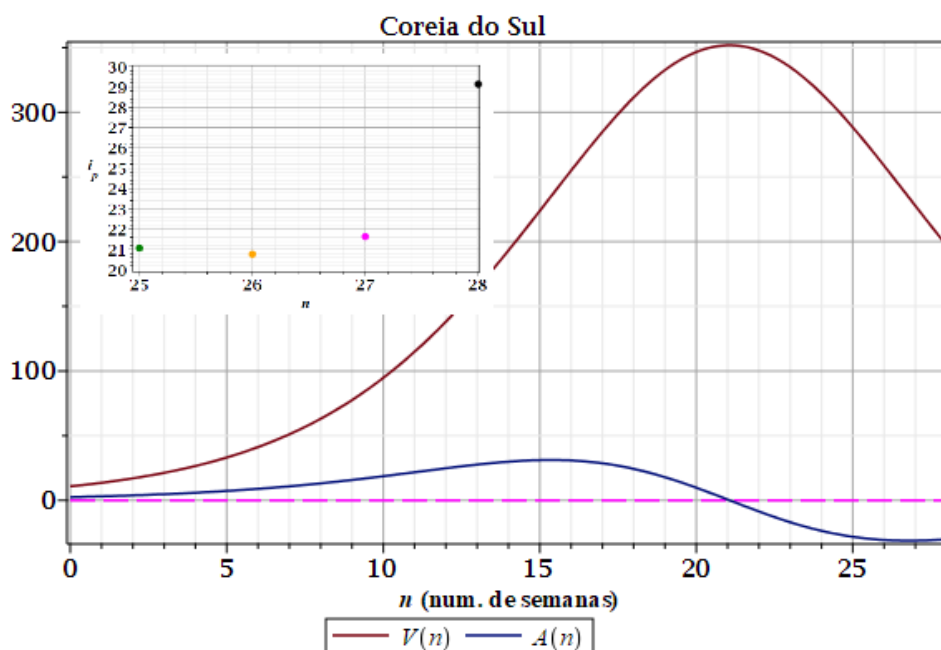


Figura 10: Taxas de crescimento semanais para a curva Z_c descrevendo a penúltima onda dos casos de Covid-19 na Coreia do Sul. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 21$.

VI.3. Nova Zelândia

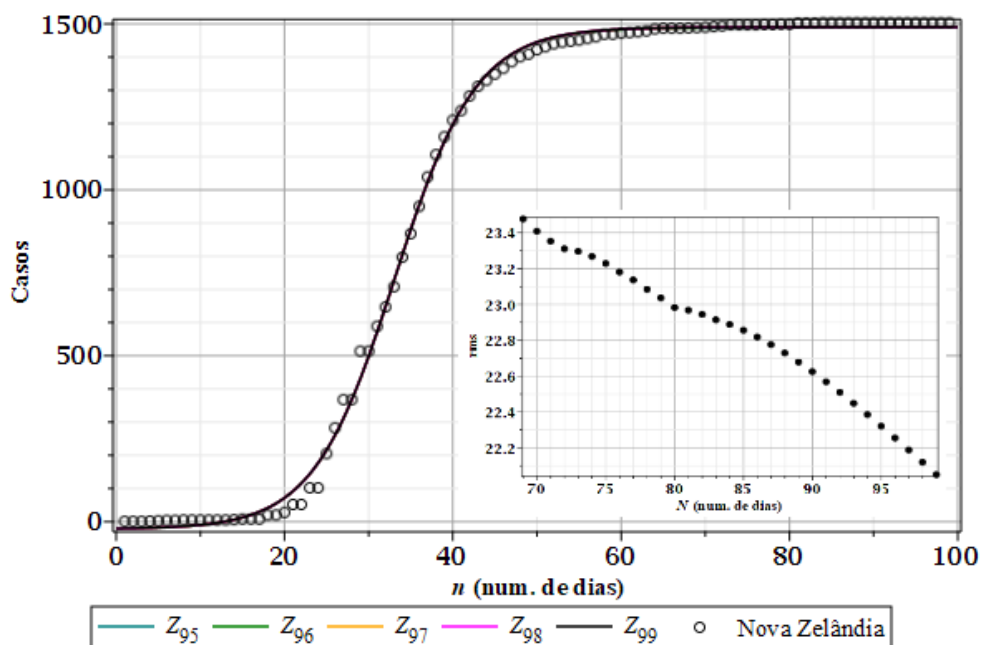


Figura 11: Casos diários de Covid-19 na Nova Zelândia e rms (detalhe). $Z_{99}(n) = 756 \tanh(0,103n - 3,424) + 734$.

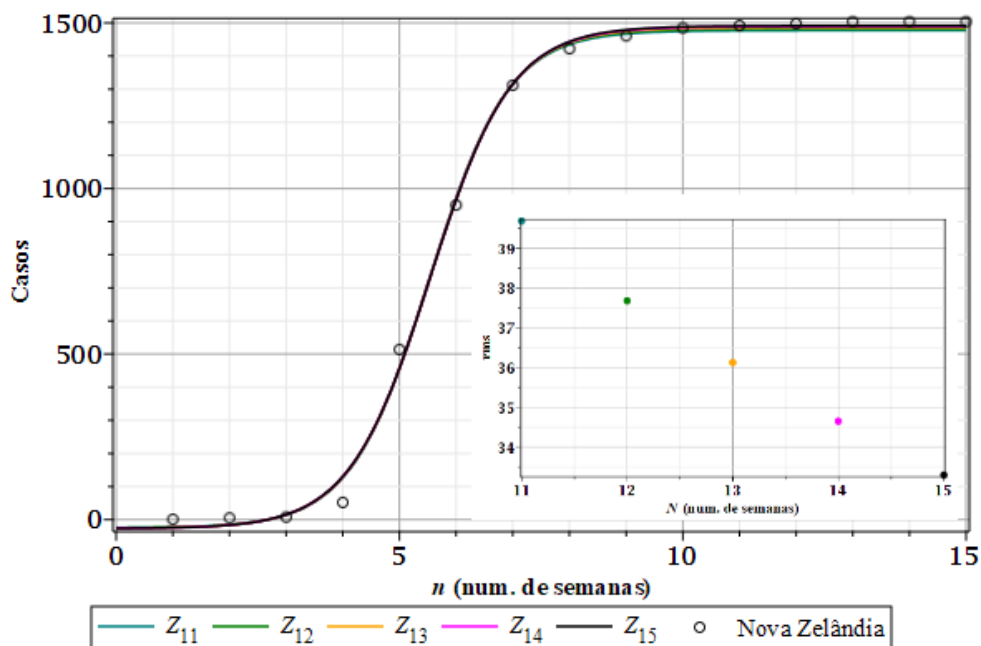


Figura 12: Casos semanais de Covid-19 na Nova Zelândia e rms (detalhe). $Z_{15}(n) = 759 \tanh(0,968n - 3,871) + 732$.

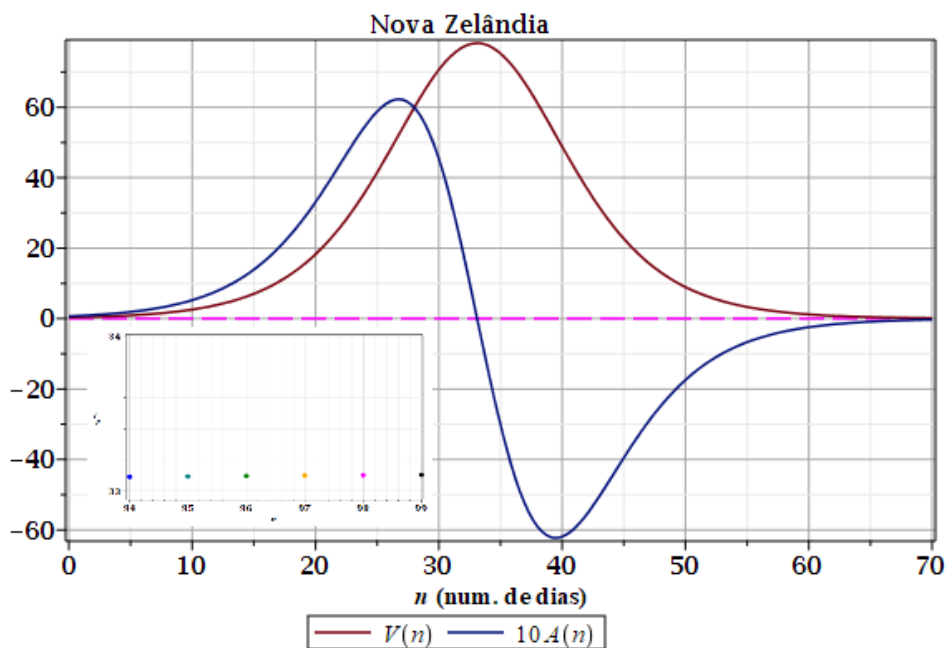


Figura 13: Taxas de crescimento diários para a curva Z_{99} descrevendo casos de Covid-19 na Nova Zelândia em Cuba. Curvas completas. Ponto de inflexão: $n \approx 33$.

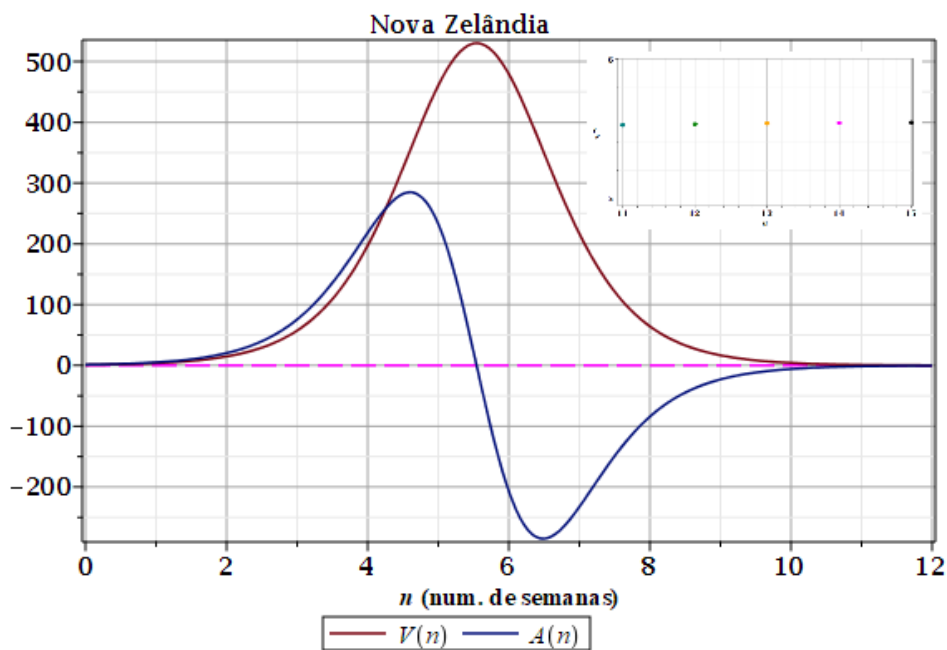


Figura 14: Taxas de crescimento semanais para a curva $Z_{15}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 na Nova Zelândia. Curvas completas. Ponto de inflexão: $n \approx 5,5$.

VI.4. Brasil

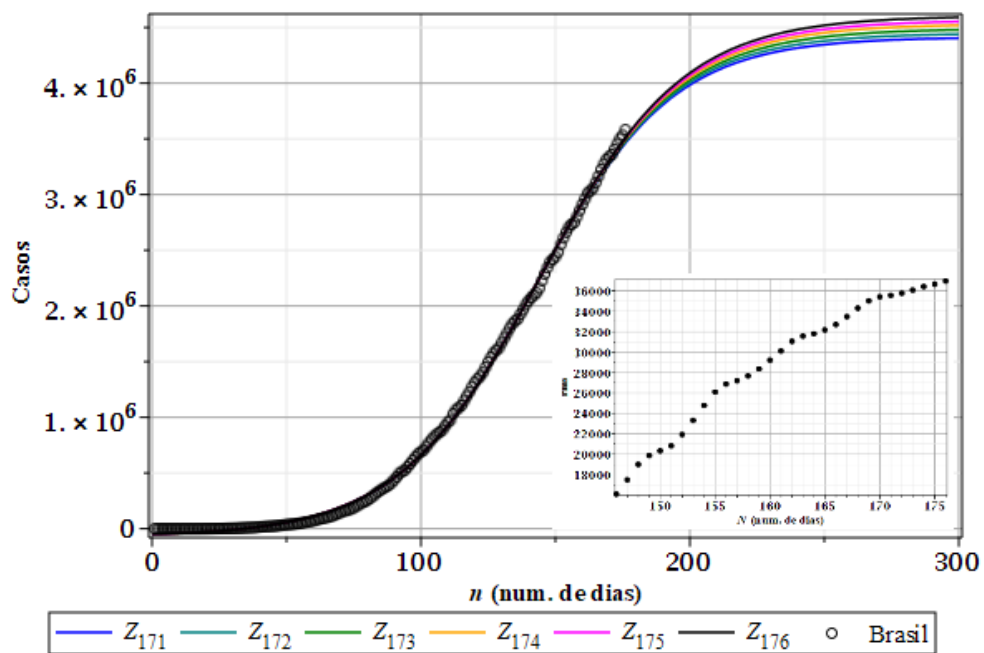


Figura 15: Casos diários de Covid-19 no Brasil e *rms* (detalhe). Início: 29/02/2020.

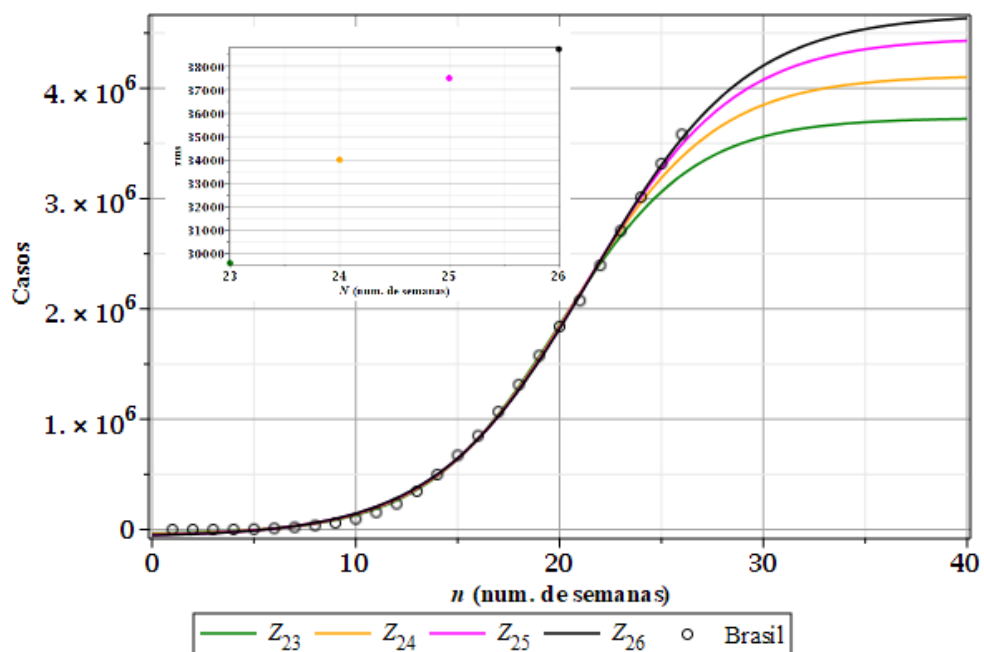


Figura 16: Casos semanais de Covid-19 no Brasil e *rms* (detalhe).

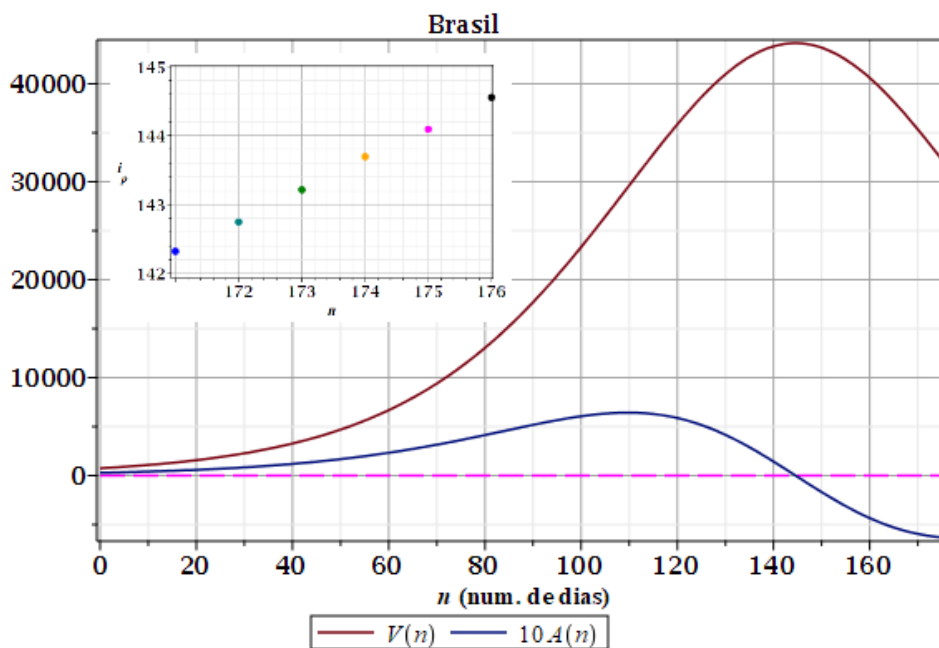


Figura 17: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{176}(n)$ descrevendo casos diários de Covid-19 no Brasil. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 145$.

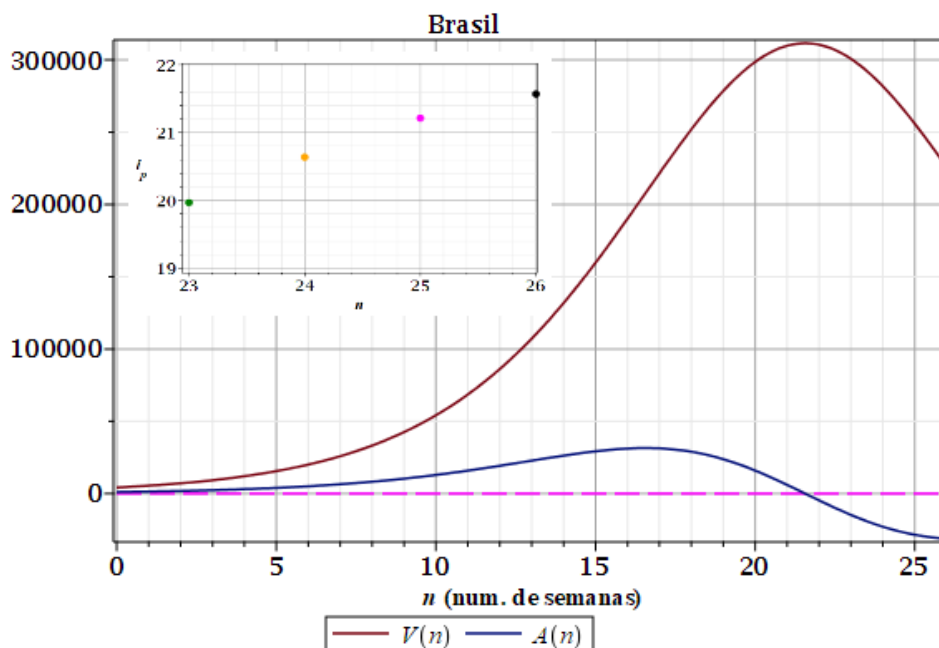


Figura 18: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{26}(n)$ descrevendo casos semanais de Covid-19 no Brasil. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 21,6$.

VI.4.1. São Paulo

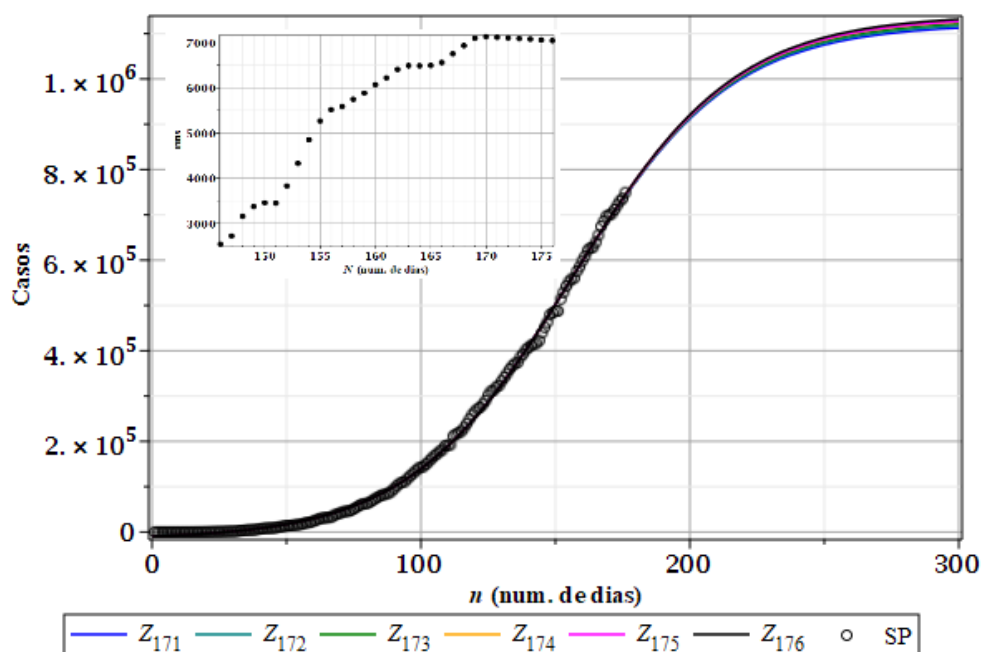


Figura 19: Casos diários de Covid-19 no estado de São Paulo e *rms* (detalhe). Início: 29/02/2020.

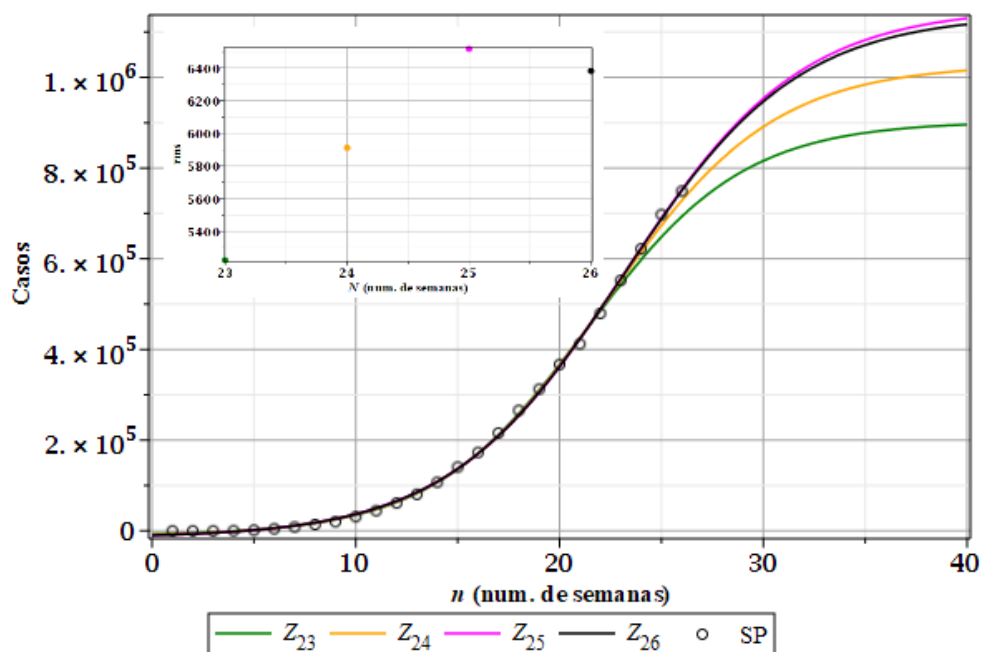


Figura 20: Casos semanais de Covid-19 no estado de São Paulo e *rms* (detalhe).

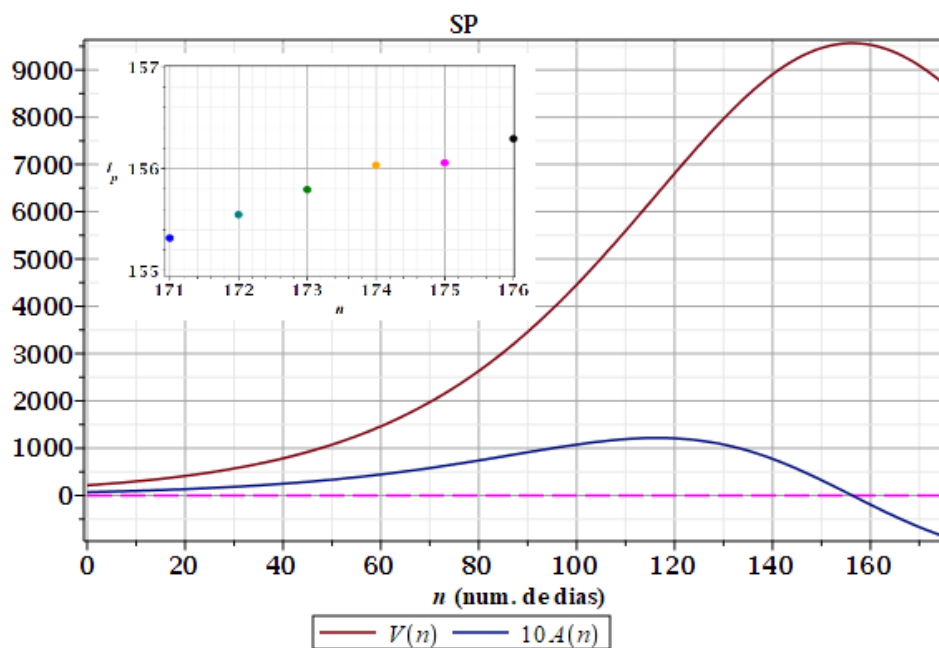


Figura 21: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{176}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em São Paulo. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 156$.

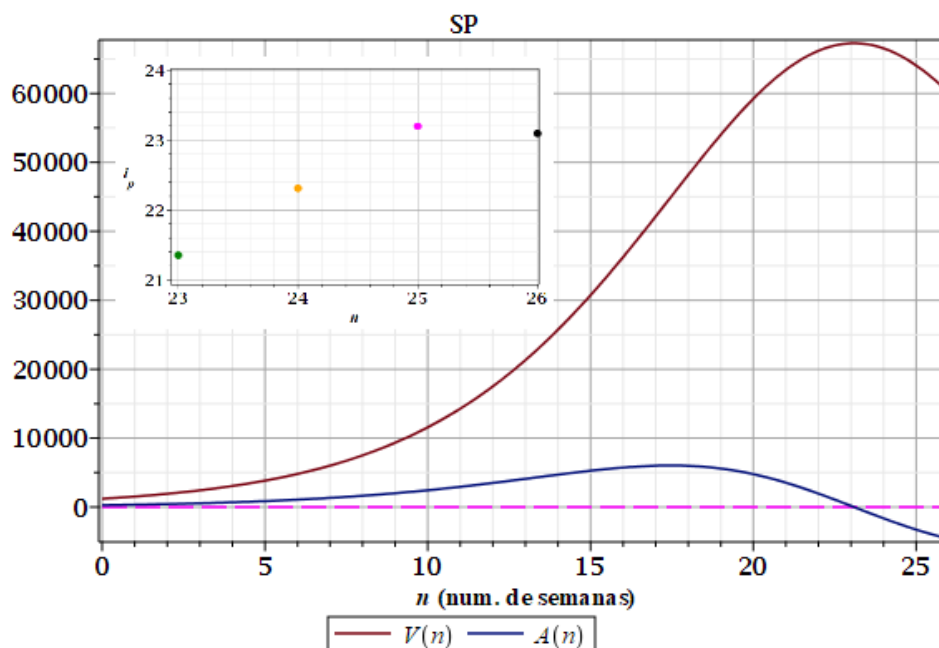


Figura 22: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{26}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em São Paulo. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 23, 1$.

VI.4.2. Rio de Janeiro

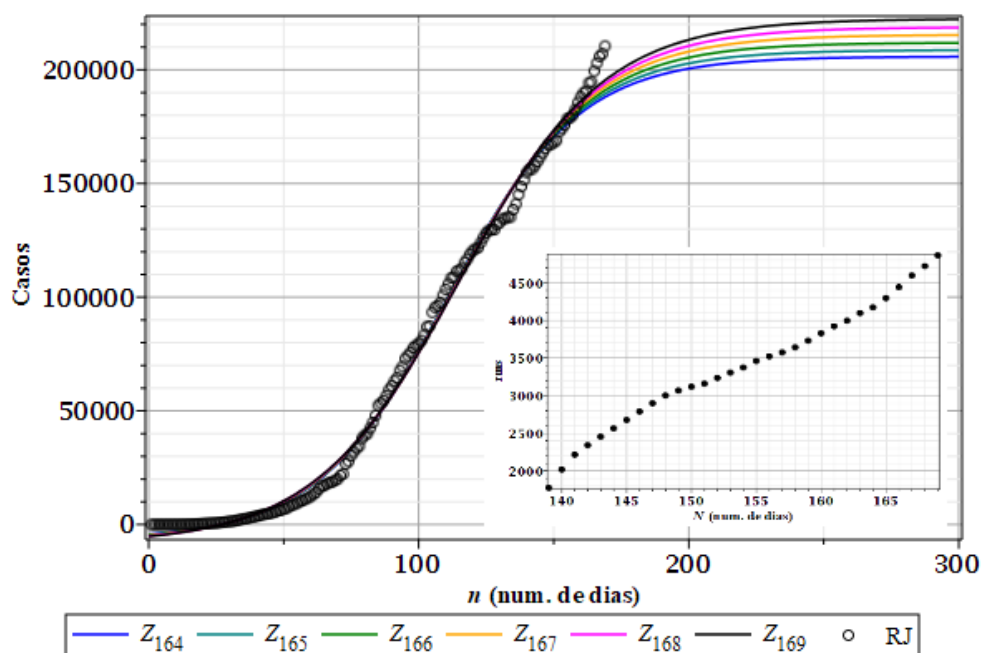


Figura 23: Casos diários de Covid-19 no estado do Rio de Janeiro e *rms* (detalhe). Início: 07/03/2020.

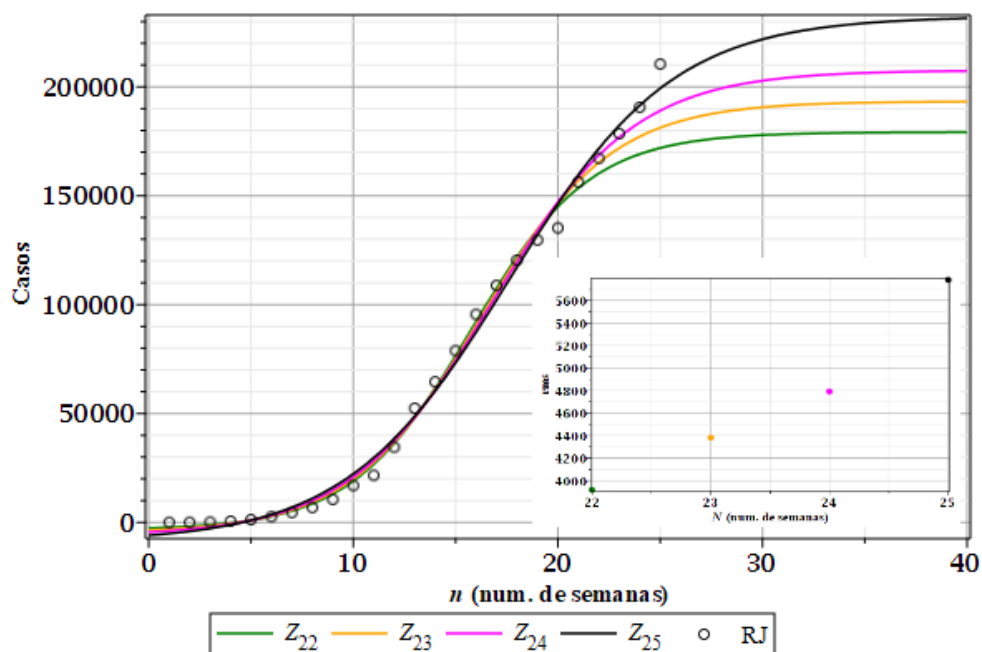


Figura 24: Casos semanais de Covid-19 no estado do Rio de Janeiro e *rms* (detalhe).

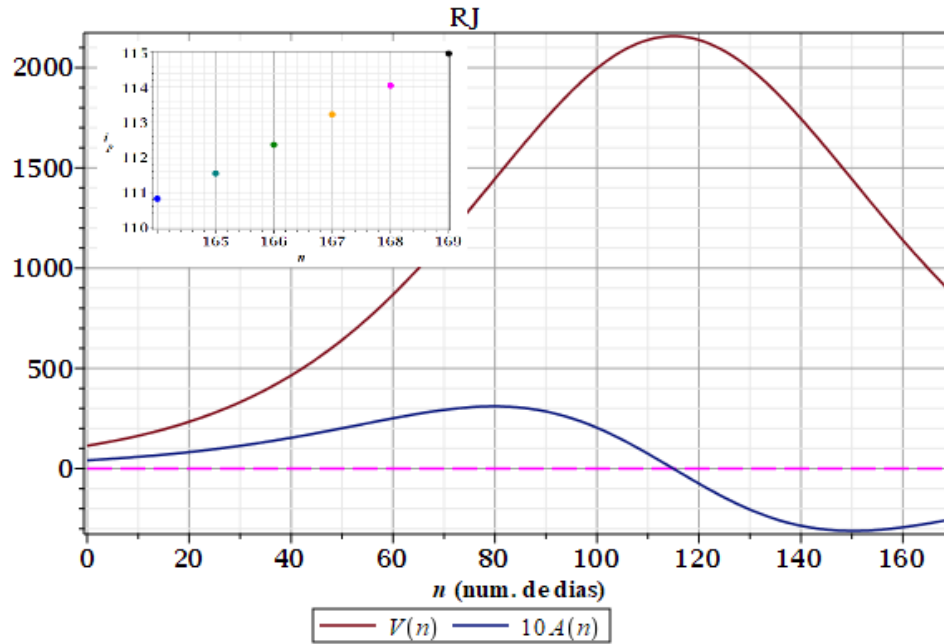


Figura 25: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{169}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio de Janeiro. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 115$.

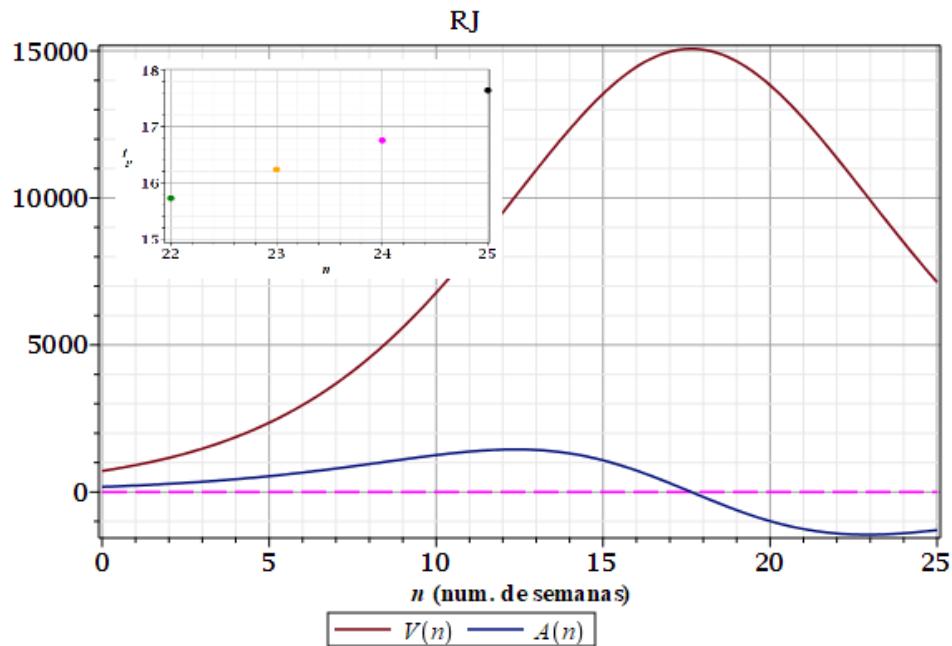


Figura 26: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{25}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio de Janeiro. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 17,6$.

VI.4.3. Minas Gerais

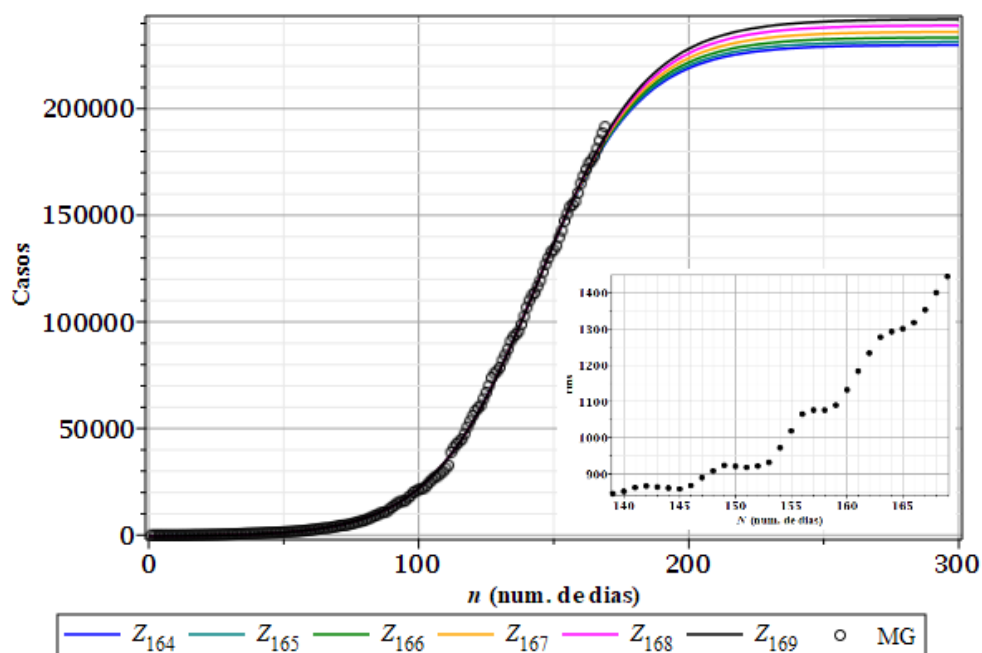


Figura 27: Casos diários de Covid-19 no estado de Minas Gerais e rms (detalhe). Início: 07/03/2020.

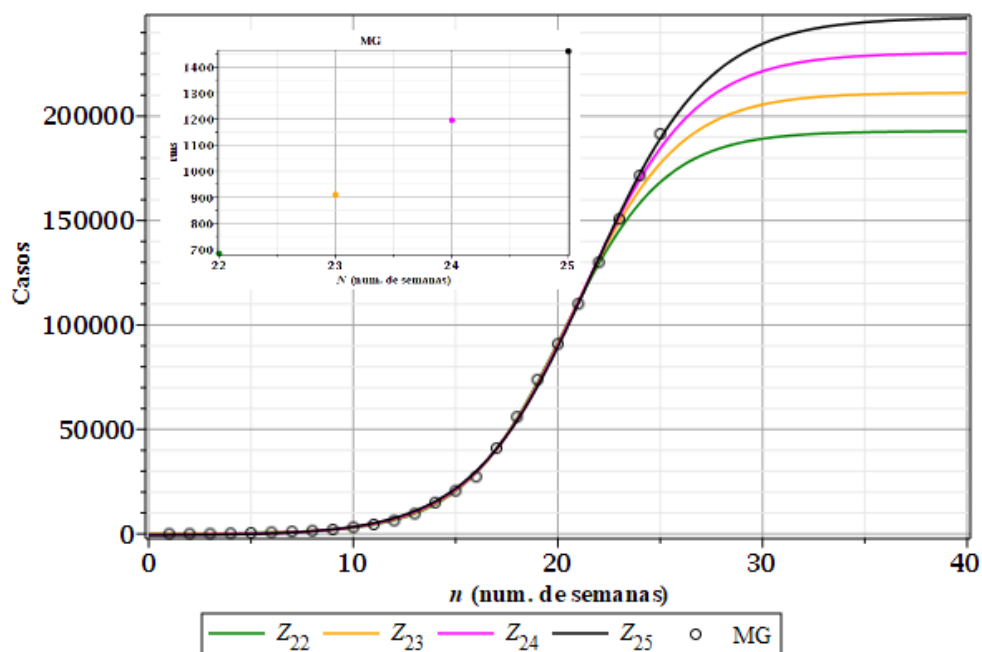


Figura 28: Casos semanais de Covid-19 no estado de Minas Gerais e rms (detalhe).

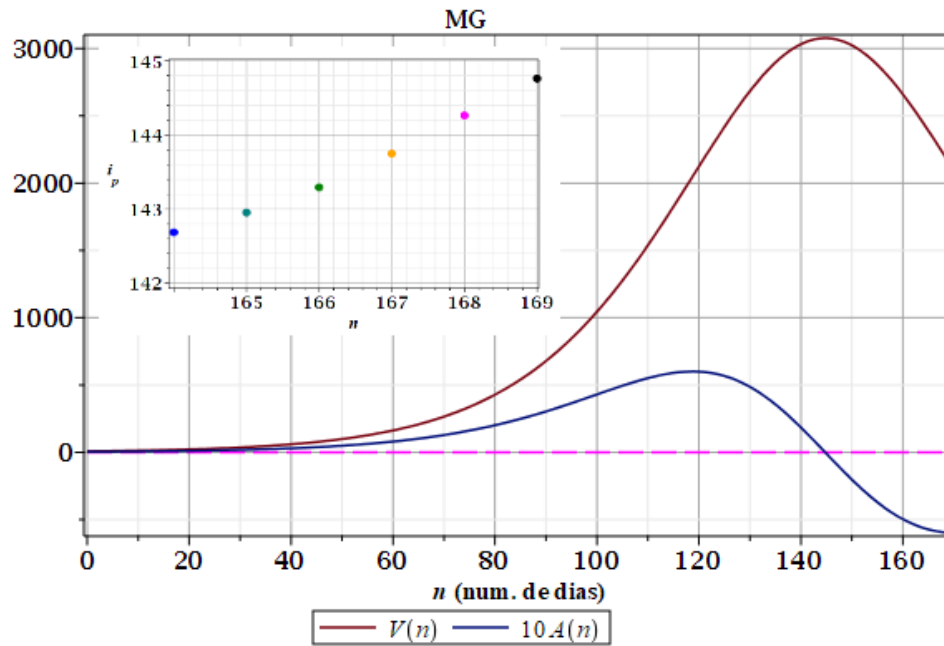


Figura 29: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{169}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Minas Gerais. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 145$.

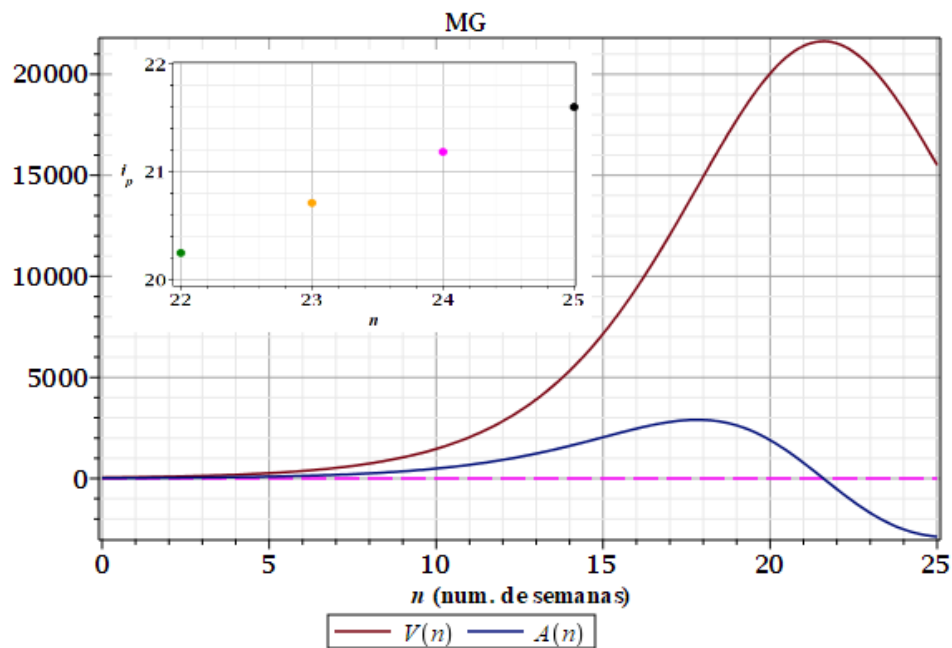


Figura 30: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{25}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Minas Gerais. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 21,6$.

VI.4.4. Espírito Santo

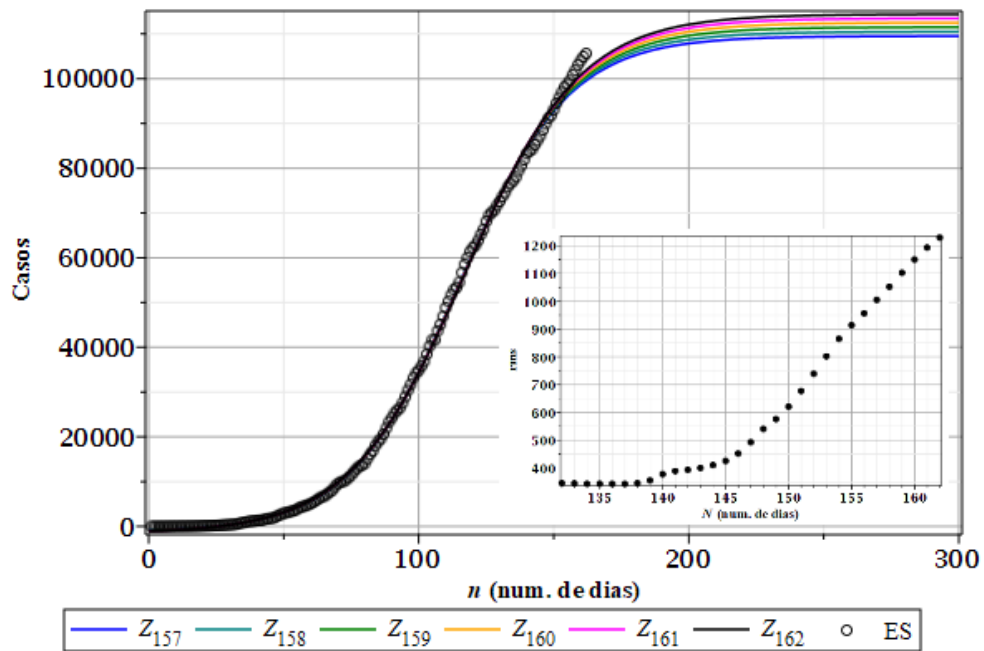


Figura 31: Casos diários de Covid-19 no estado do Espírito Santo e rms (detalhe). Início: 14/03/2020.

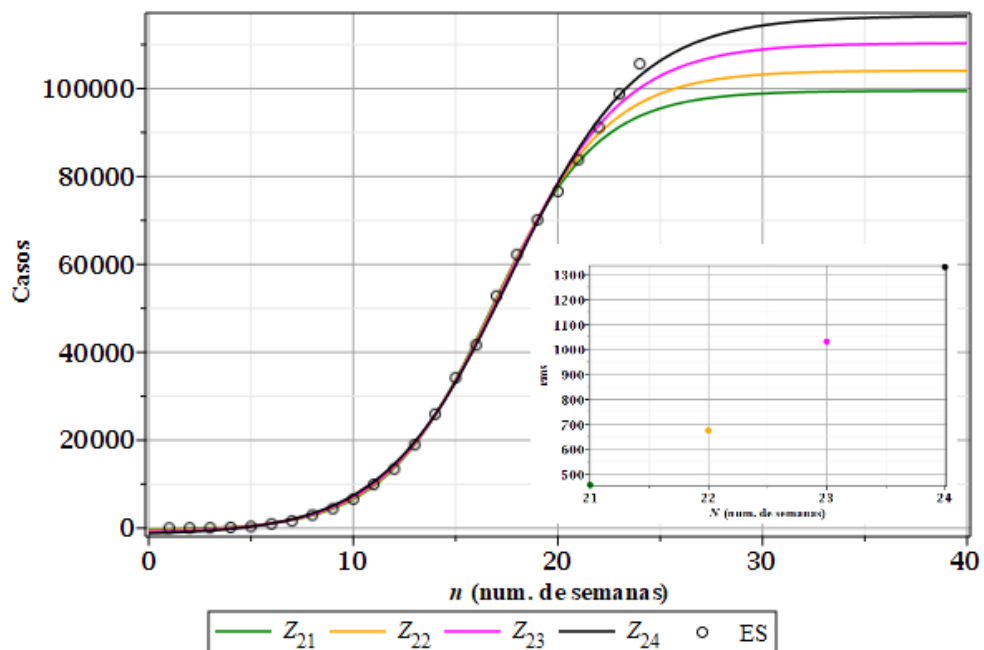


Figura 32: Casos semanais de Covid-19 no estado do Espírito Santo e rms (detalhe).

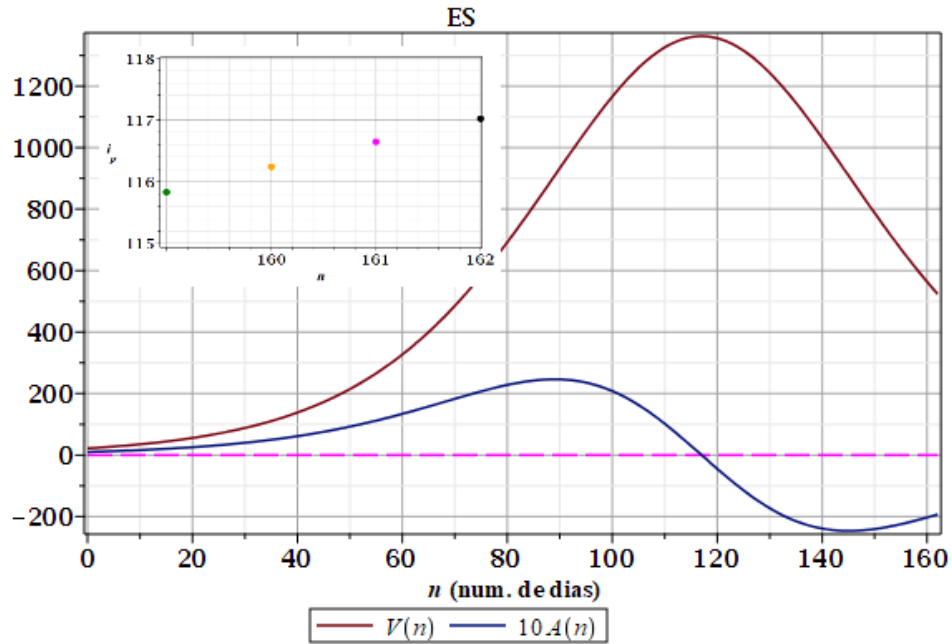


Figura 33: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{162}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Espírito Santo. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 117$.

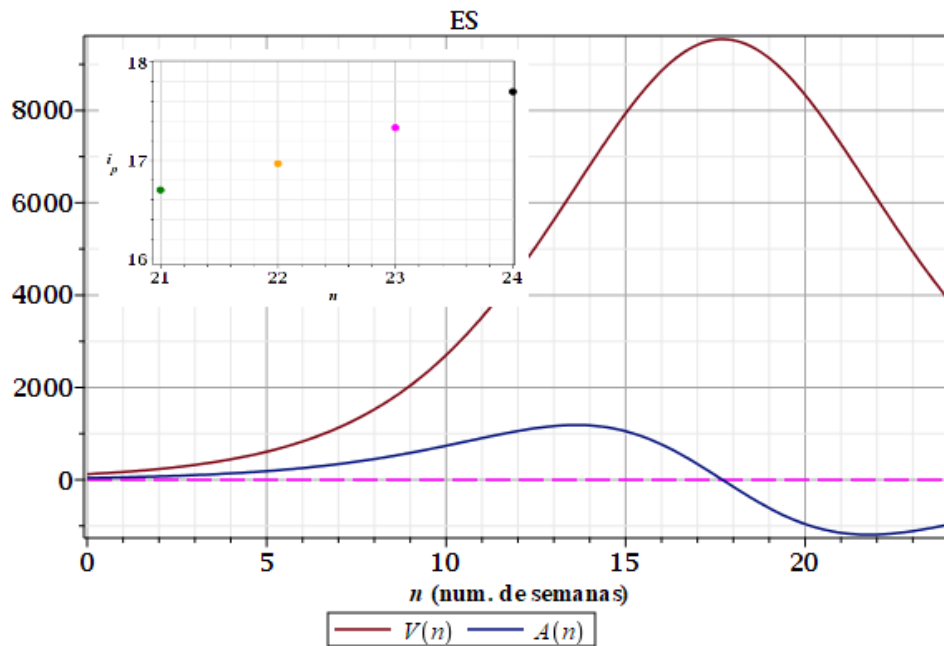


Figura 34: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{24}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Espírito Santo. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 17,7$.

VI.4.5. Bahia

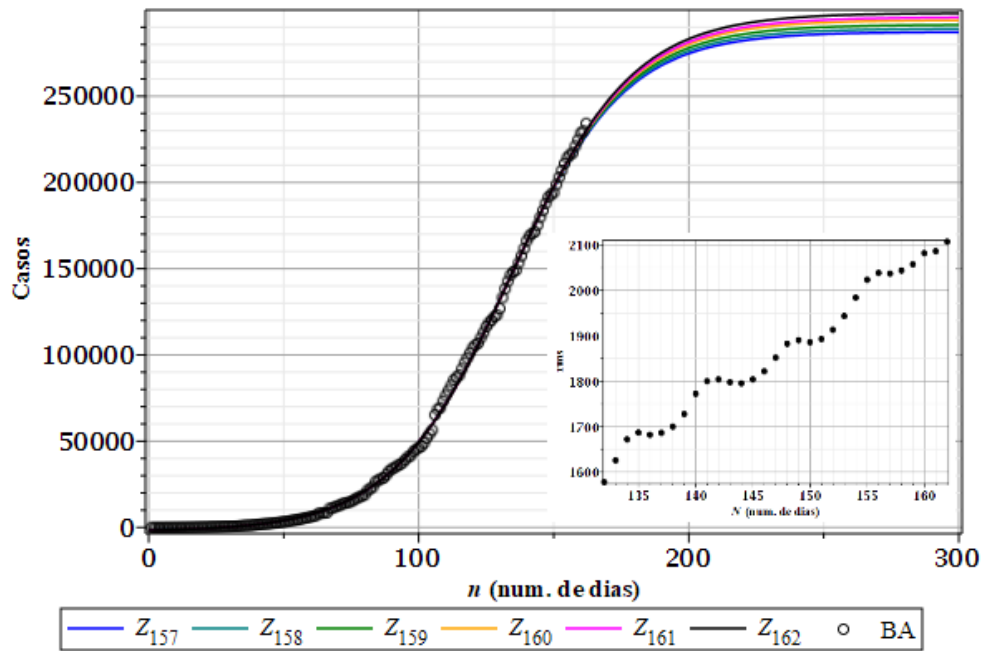


Figura 35: Casos diários de Covid-19 no estado da Bahia e *rms* (detalhe). Início: 14/03/2020.

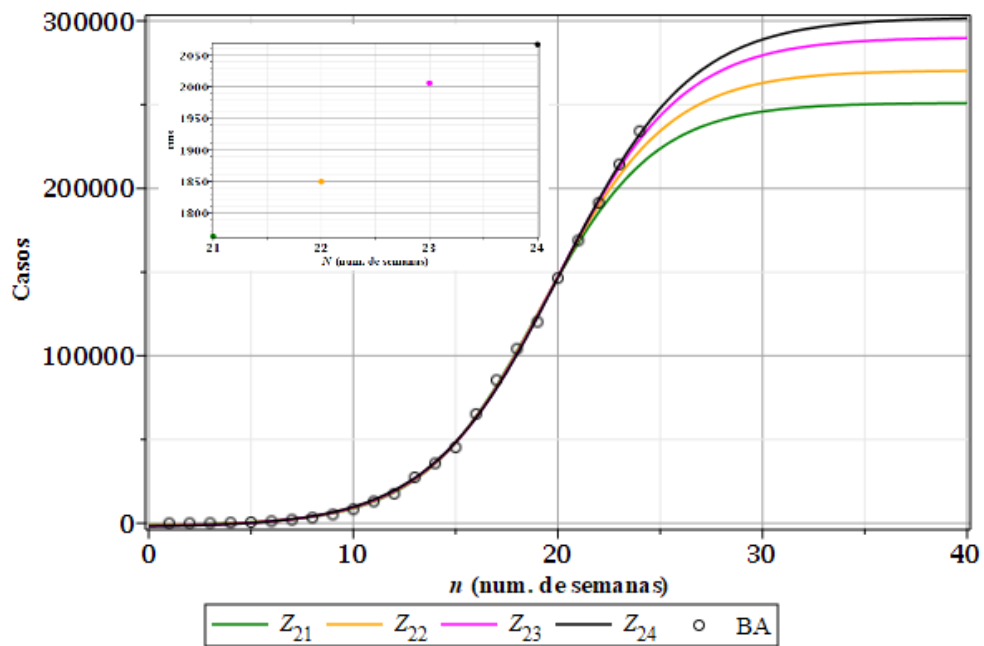


Figura 36: Casos semanais de Covid-19 no estado da Bahia e *rms* (detalhe).

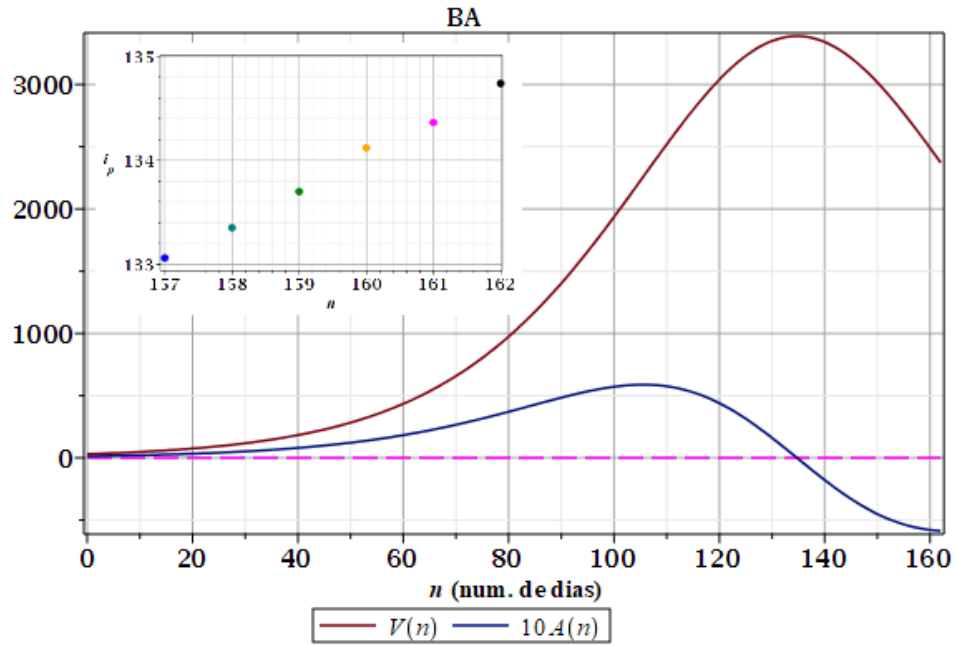


Figura 37: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{162}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 na Bahia. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 135$.

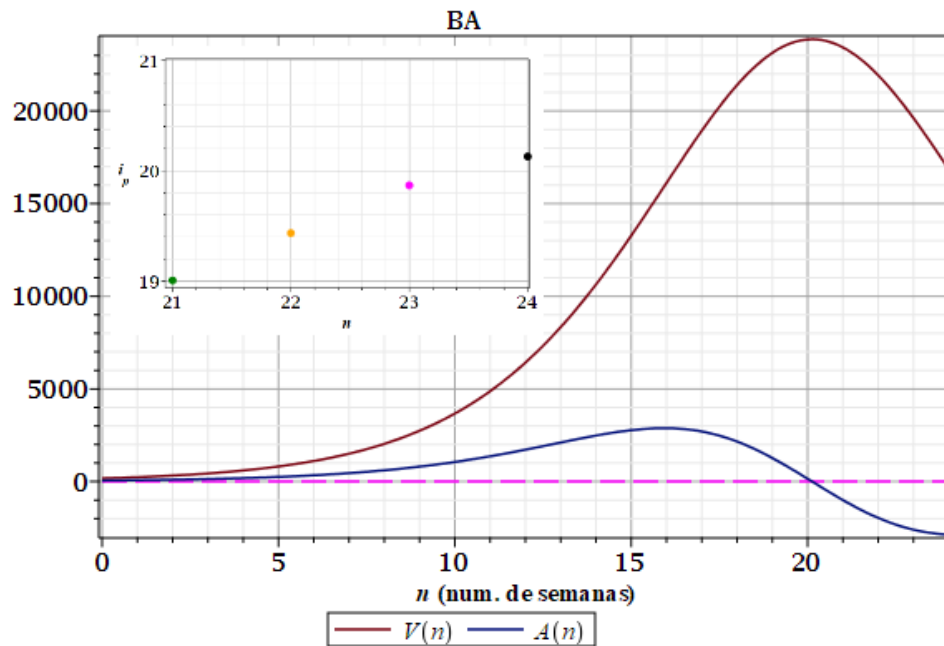


Figura 38: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{24}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 na Bahia. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 20, 1$.

VI.4.6. Ceará

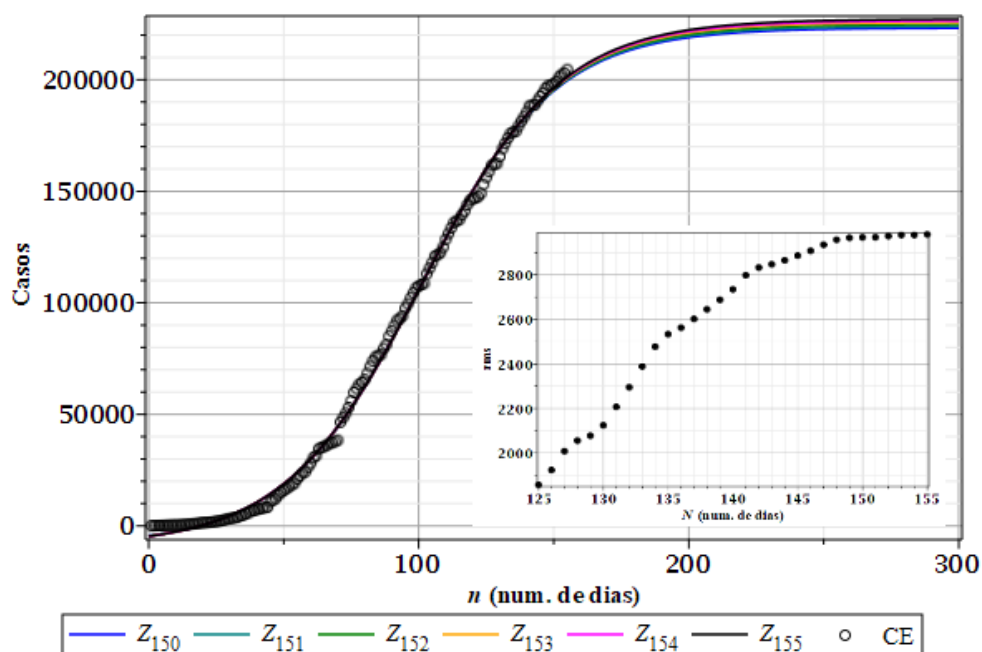


Figura 39: Casos diários de Covid-19 no estado do Ceará e rms (detalhe). Início: 21/03/2020

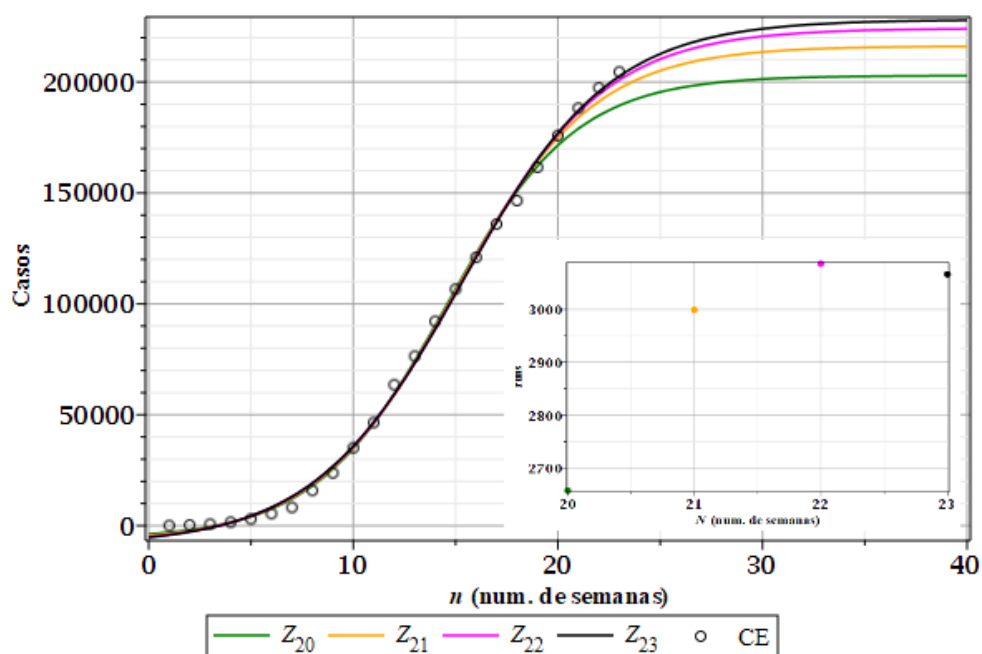


Figura 40: Casos semanais de Covid-19 no estado do Ceará e rms (detalhe).

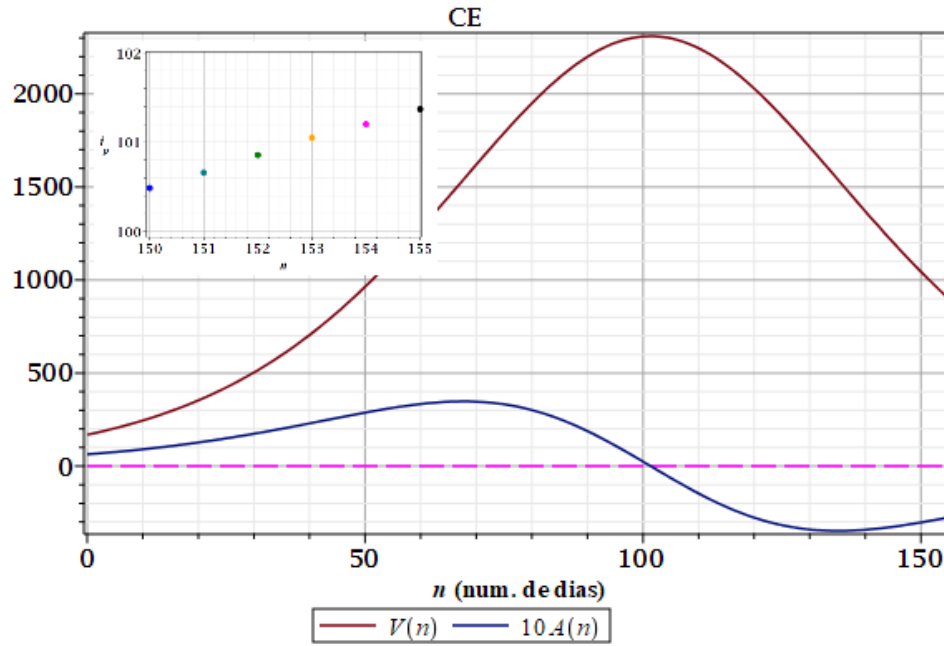


Figura 41: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Ceará. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 101$.

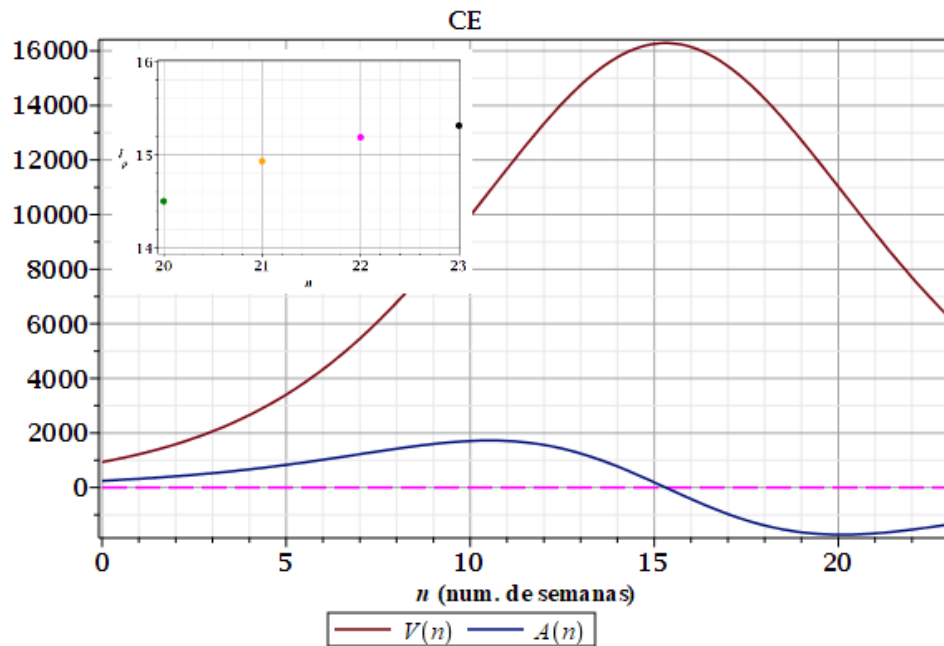


Figura 42: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Ceará. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 15,3$.

VI.4.7. Maranhão

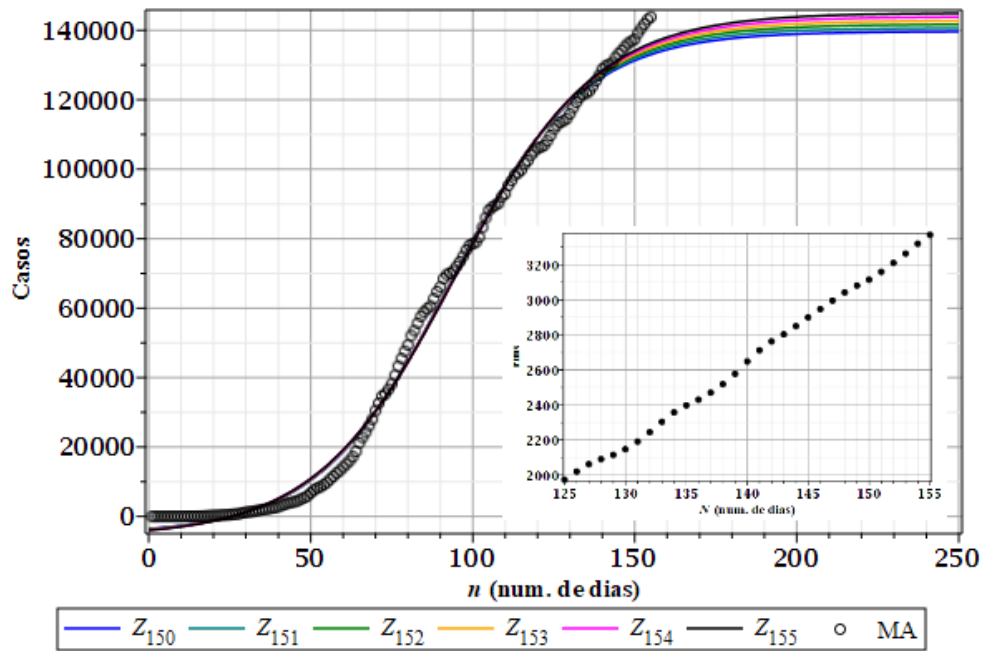


Figura 43: Casos diários de Covid-19 no estado do Maranhão e rms (detalhe). Início: 21/03/2020.

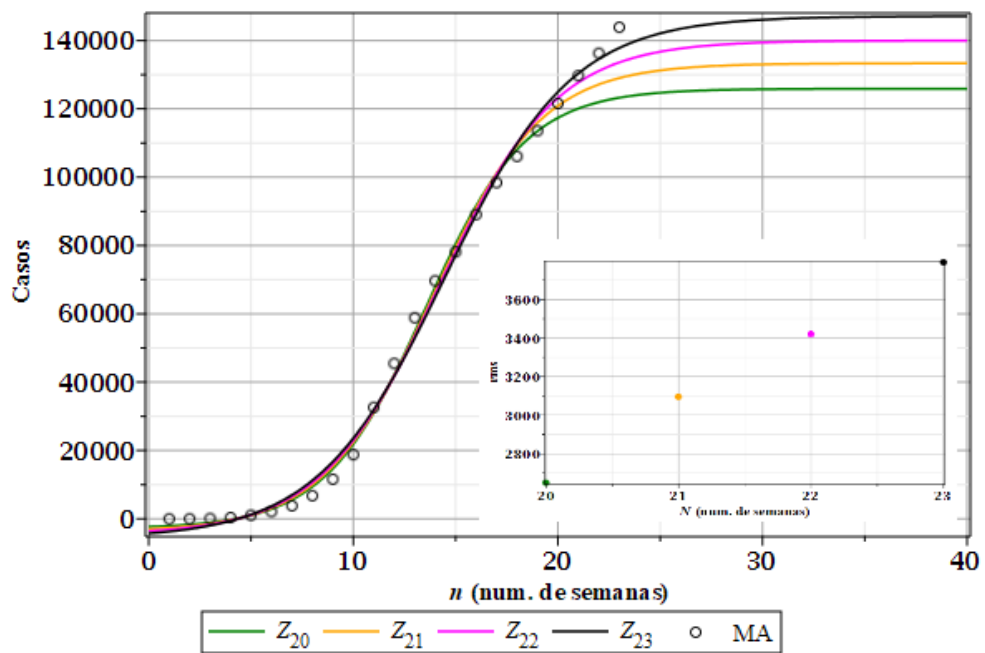


Figura 44: Casos semanais de Covid-19 no estado do Maranhão e rms (detalhe).

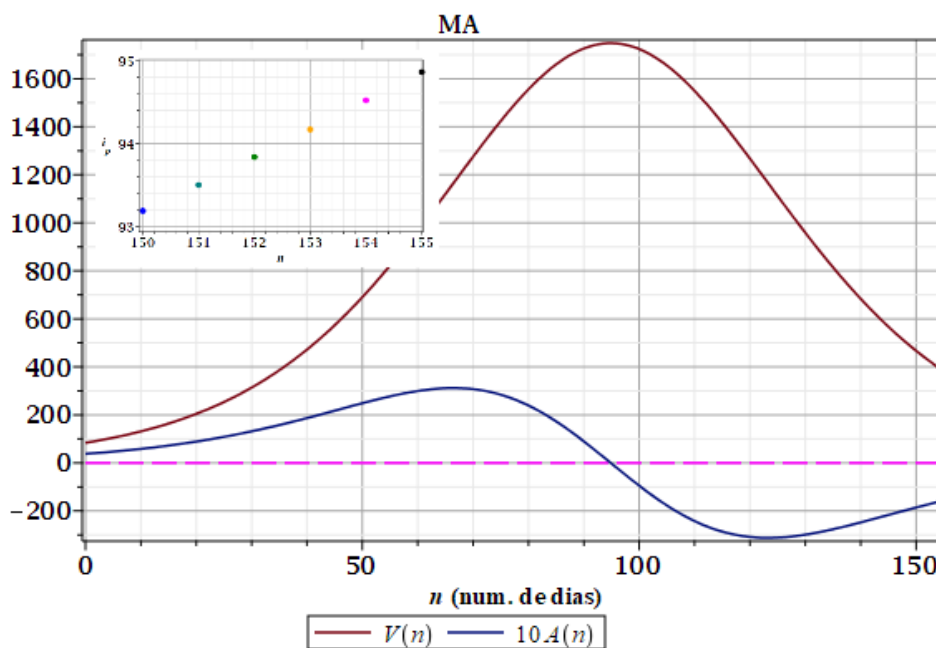


Figura 45: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Maranhão. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 95$.

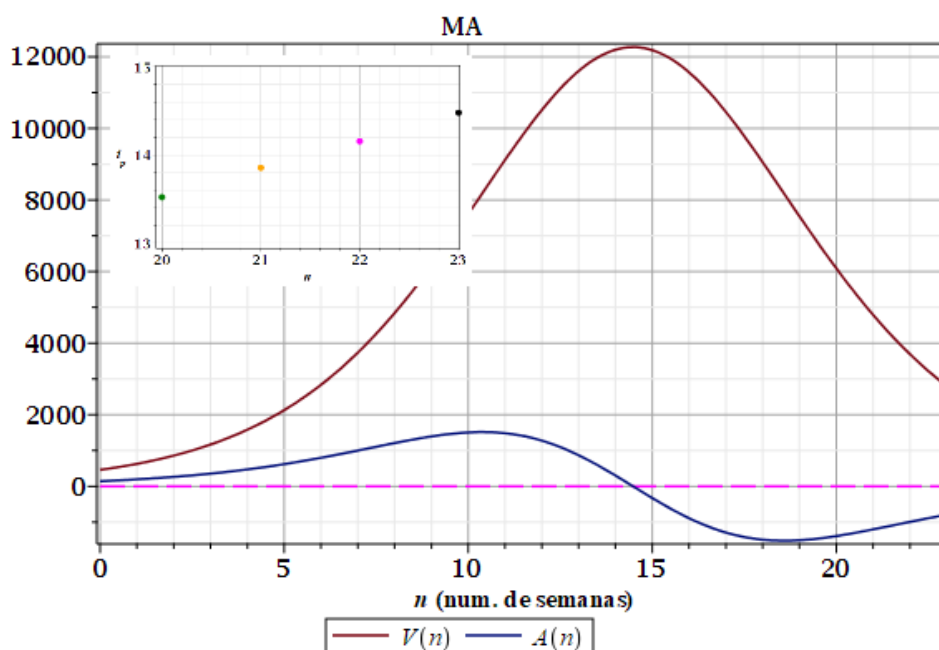


Figura 46: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Maranhão. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 14,5$.

VI.4.8. Pernambuco

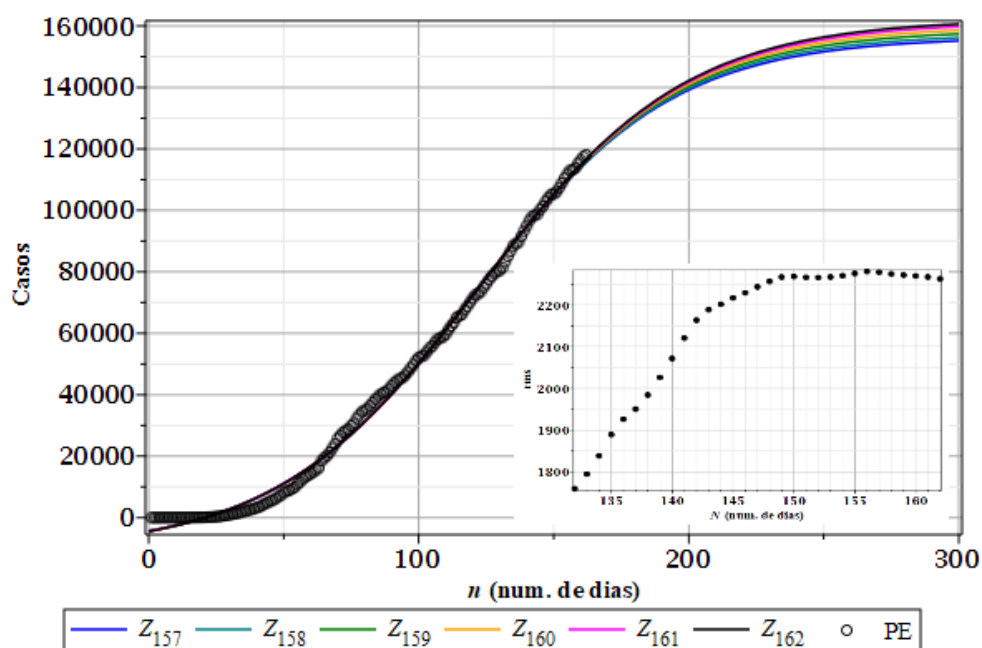


Figura 47: Casos diários de Covid-19 no estado de Pernambuco e rms (detalhe). Início: 14/03/2020.

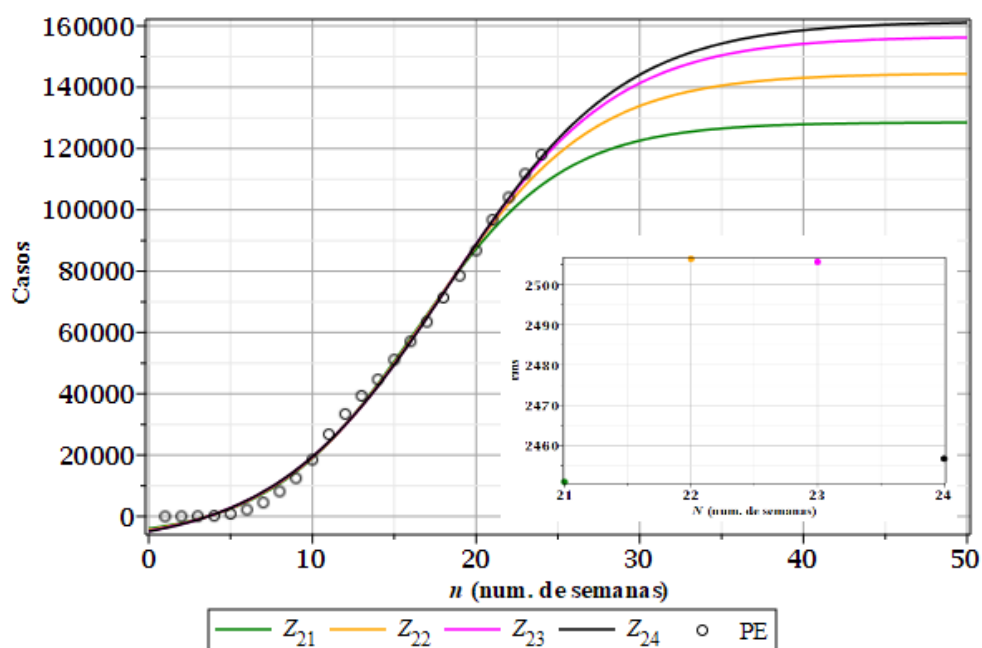


Figura 48: Casos semanais de Covid-19 no estado de Pernambuco e rms (detalhe).

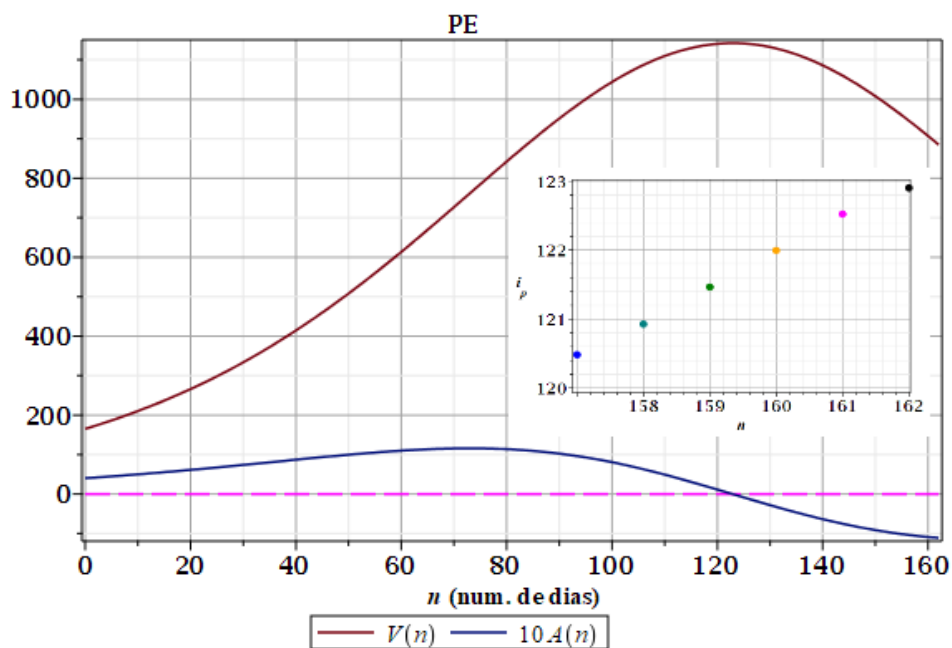


Figura 49: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{162}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Pernambuco. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 123$.

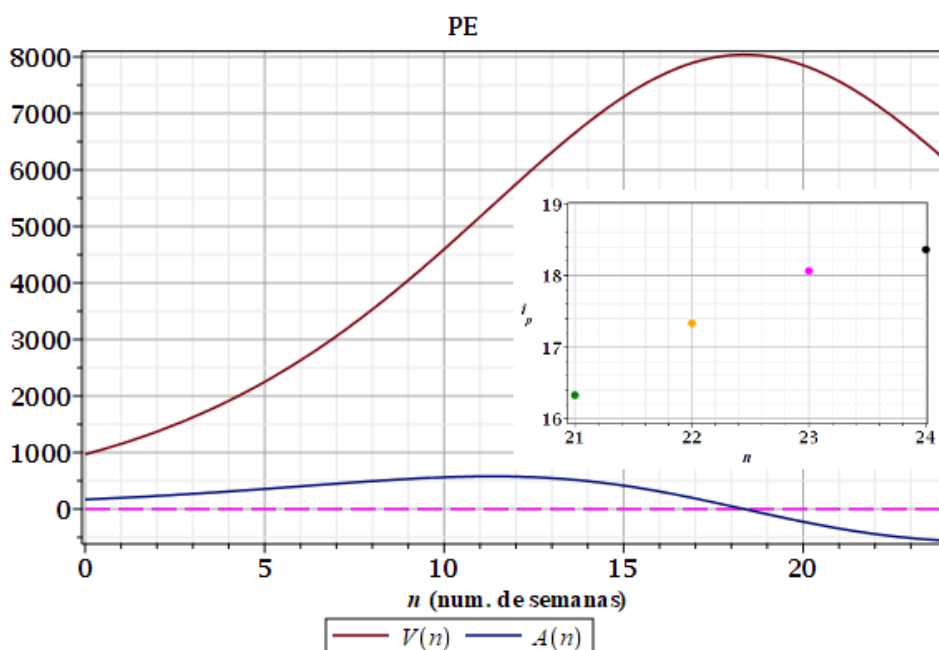


Figura 50: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{24}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Pernambuco. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 18,3$.

VI.4.9. Paraíba

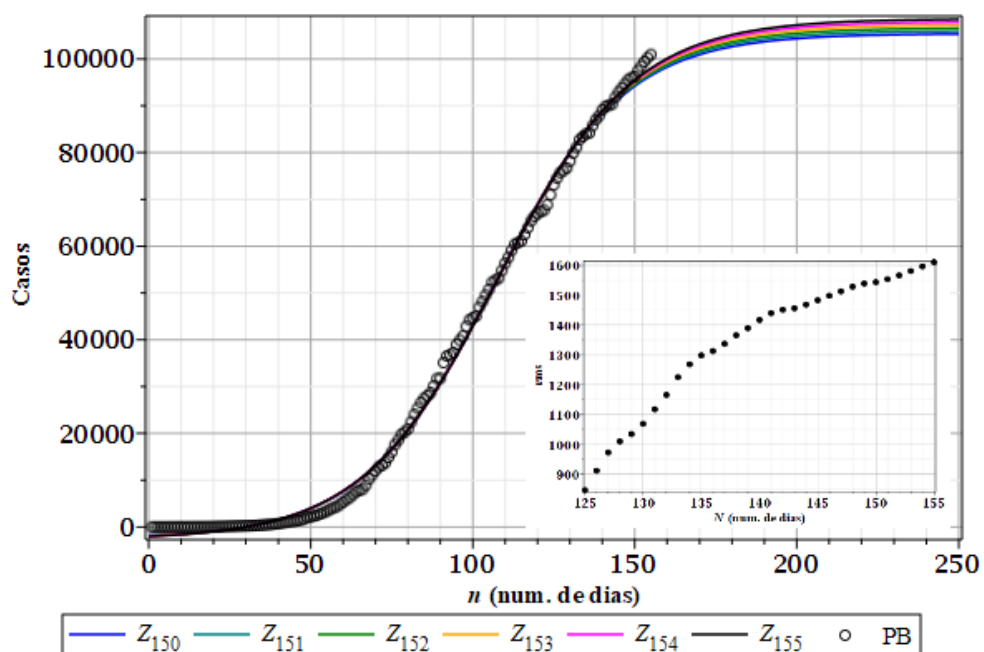


Figura 51: Casos diários de Covid-19 no estado da Paraíba e rms (detalhe). Início: 21/03/2020.

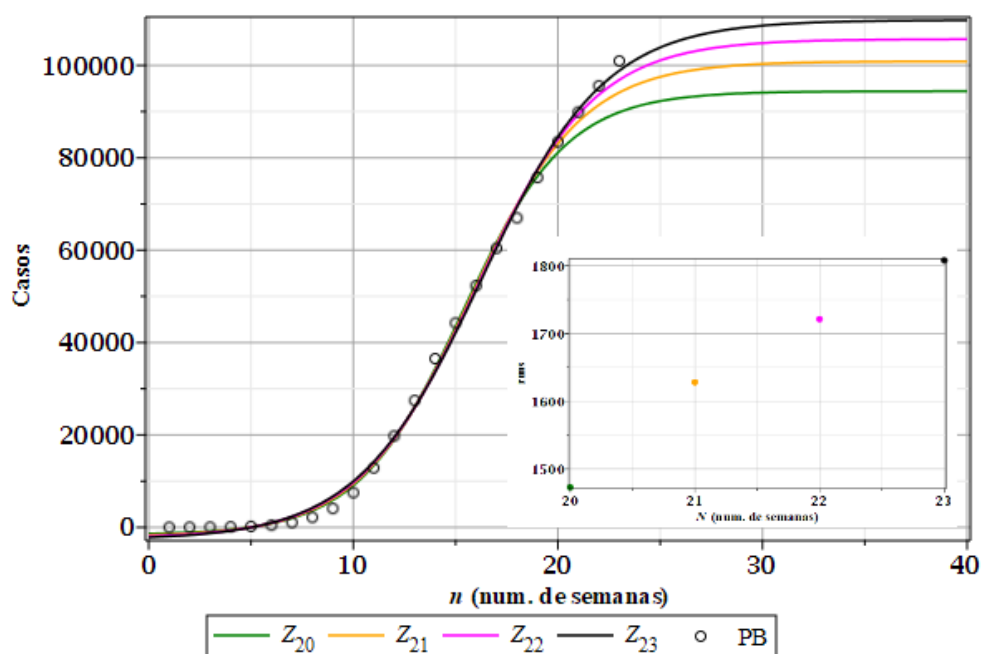


Figura 52: Casos semanais de Covid-19 no estado da Paraíba e rms (detalhe).

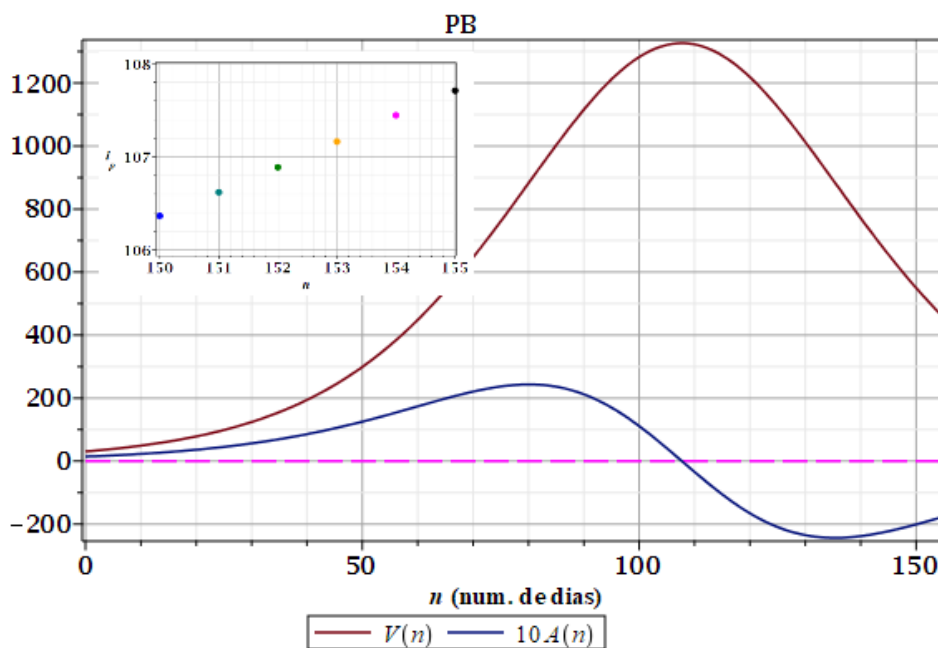


Figura 53: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 na Paraíba. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 108$.

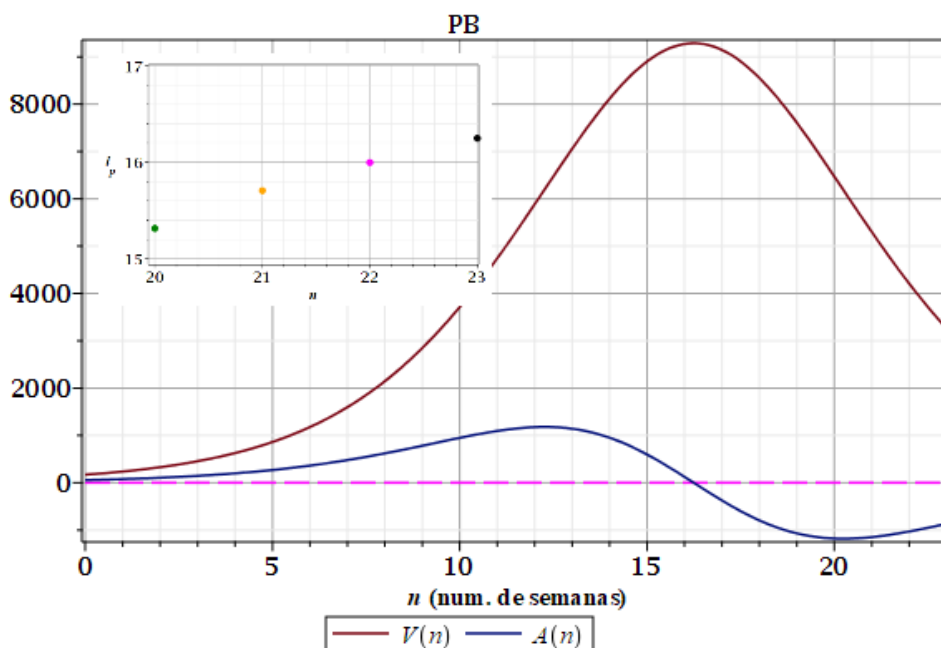


Figura 54: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 na Paraíba. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 16,2$.

VI.4.10. Alagoas

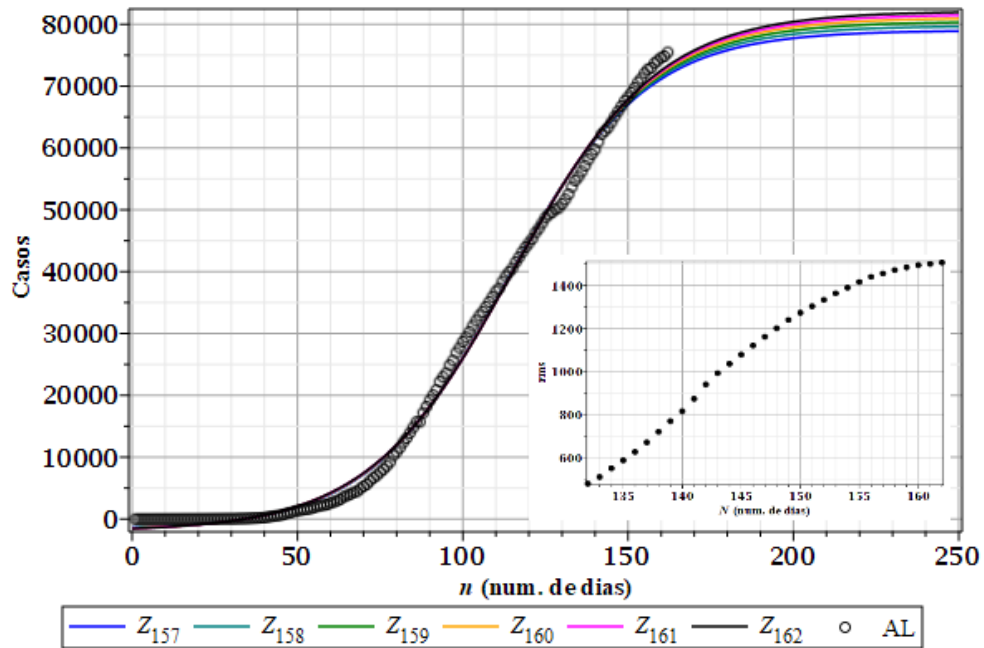


Figura 55: Casos diários de Covid-19 no estado de Alagoas e *rms* (detalhe). Início: 14/03/2020.

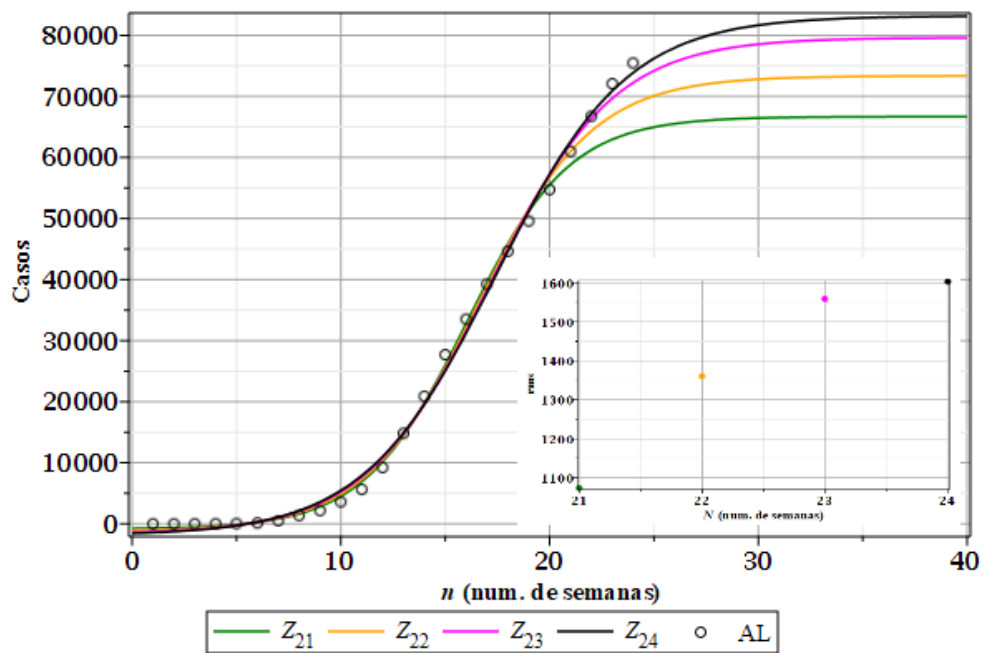


Figura 56: Casos semanais de Covid-19 no estado de Alagoas e *rms* (detalhe).

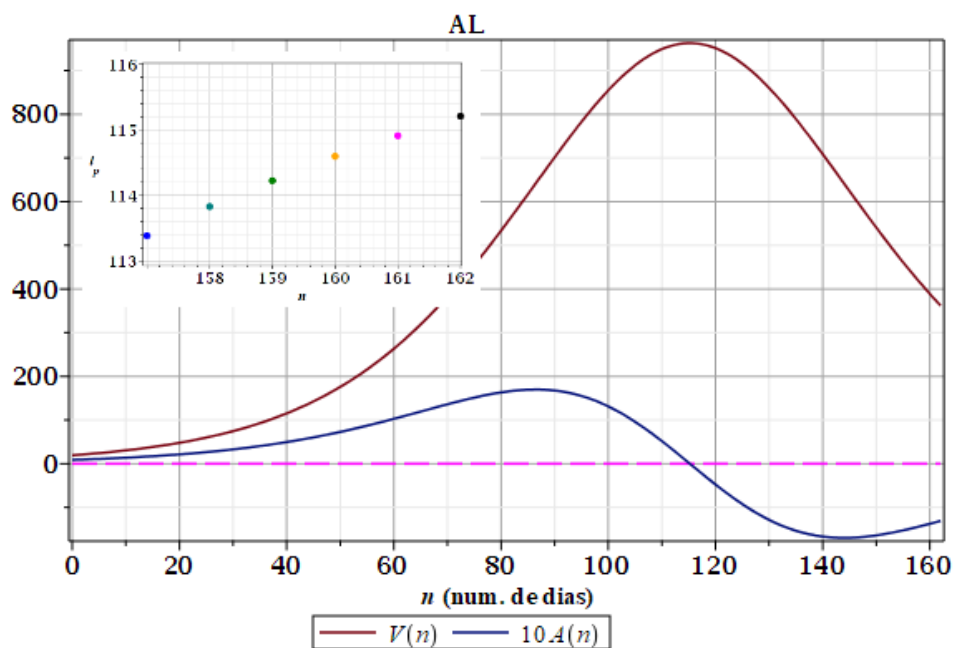


Figura 57: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{162}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Alagoas. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 115$.

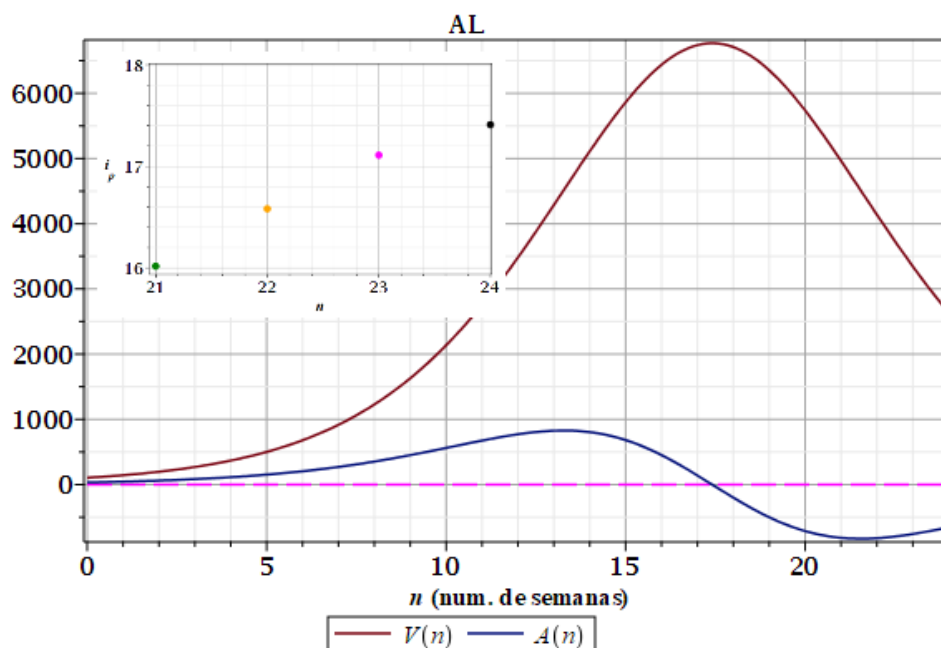


Figura 58: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{24}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Alagoas. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 17,4$.

VI.4.11. Piauí

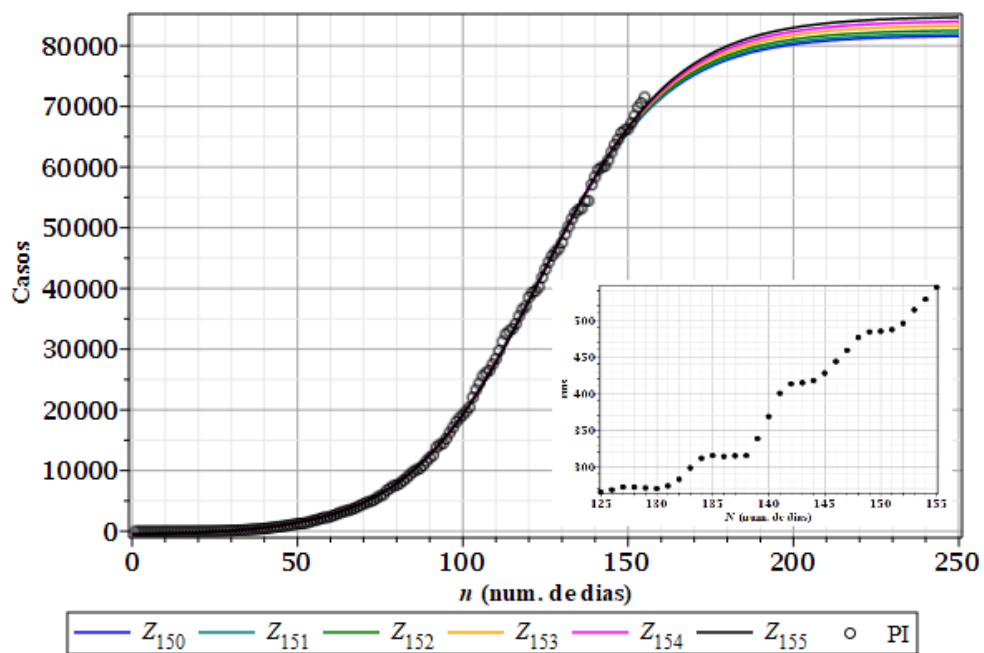


Figura 59: Casos diários de Covid-19 no estado do Piauí e rms (detalhe). Início: 21/03/2020.

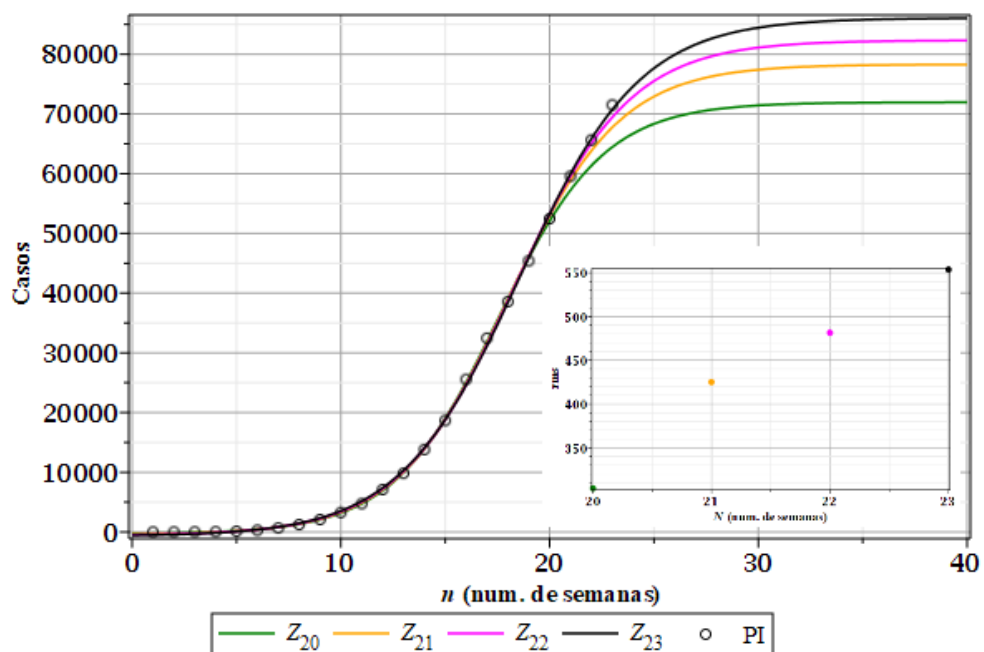


Figura 60: Casos semanais de Covid-19 no estado do Piauí e rms (detalhe).

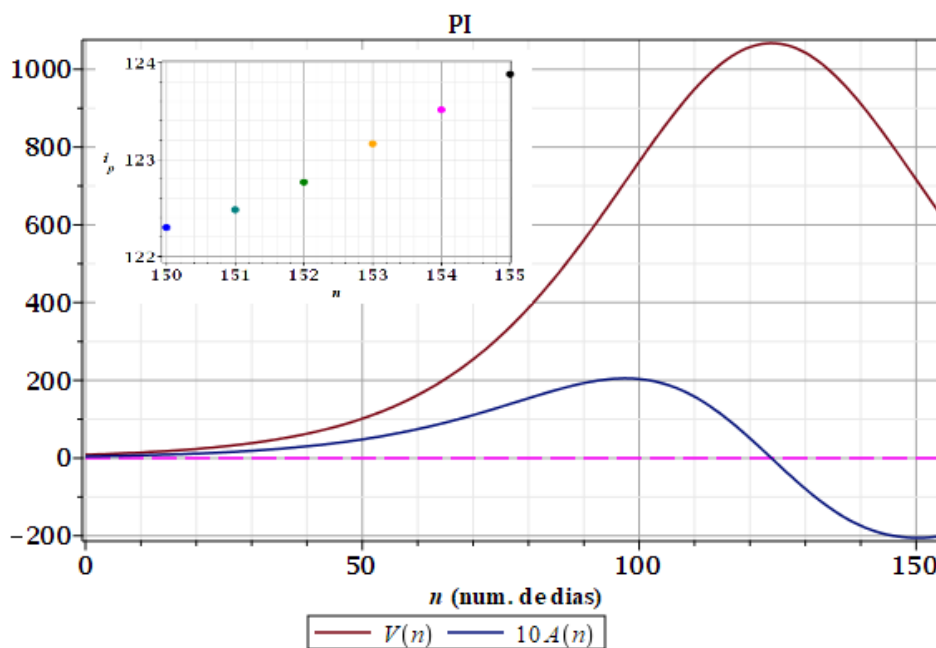


Figura 61: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Piauí. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 124$.

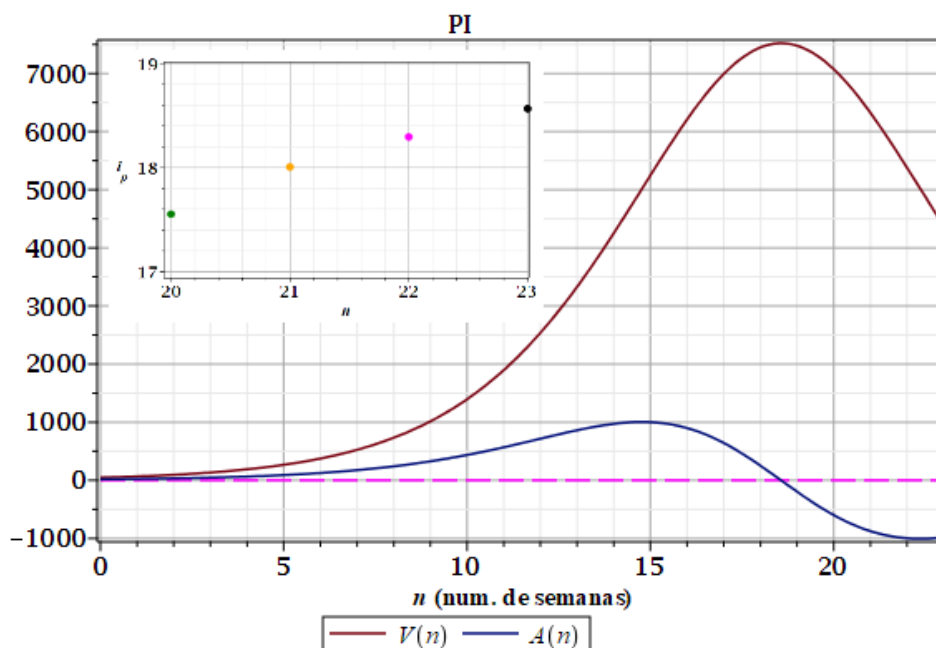


Figura 62: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Piauí. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 18,6$.

VI.4.12. Sergipe

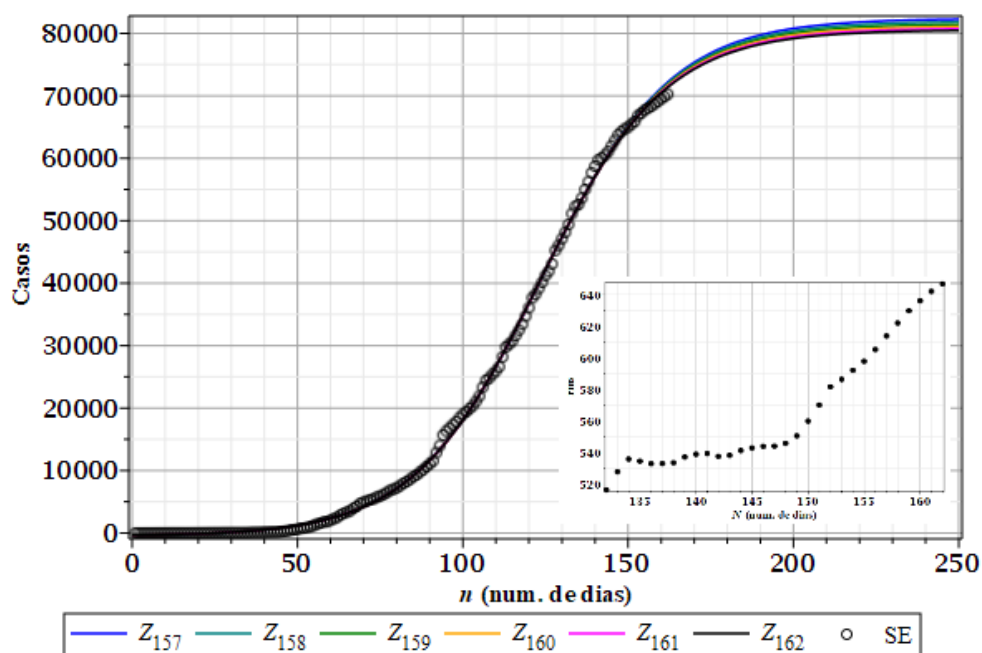


Figura 63: Casos diários de Covid-19 no estado de Sergipe e rms (detalhe). Início: 14/03/2020.

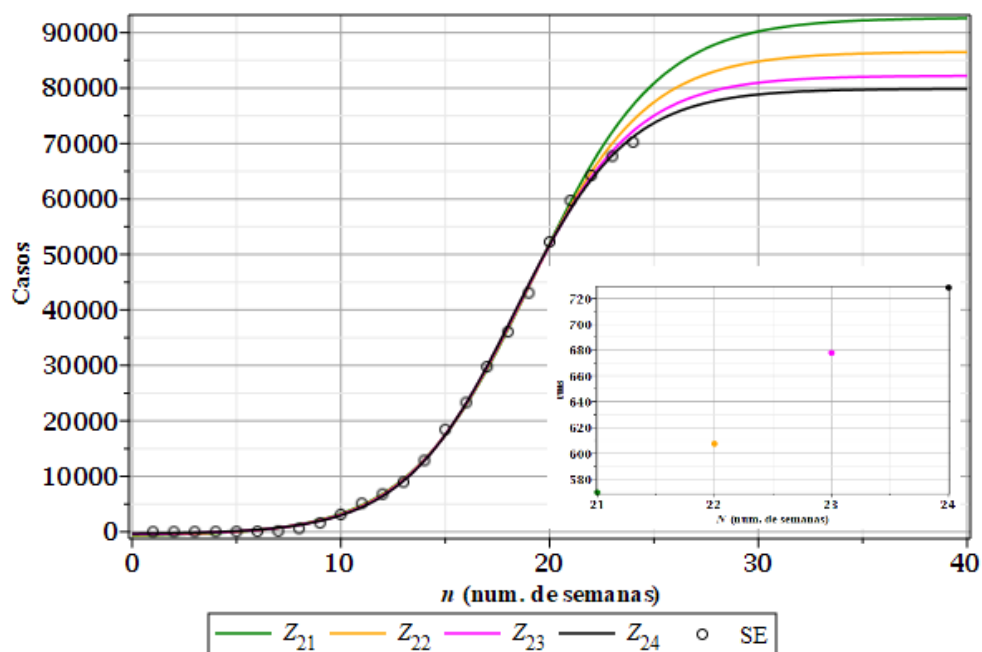


Figura 64: Casos semanais de Covid-19 no estado de Sergipe e rms (detalhe).

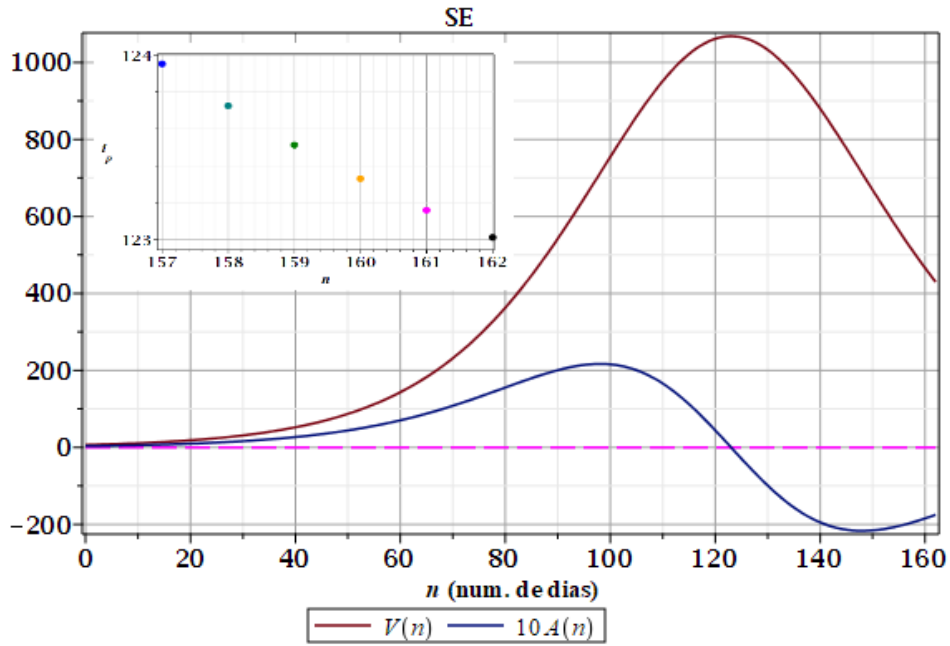


Figura 65: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{162}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Sergipe. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 123$.

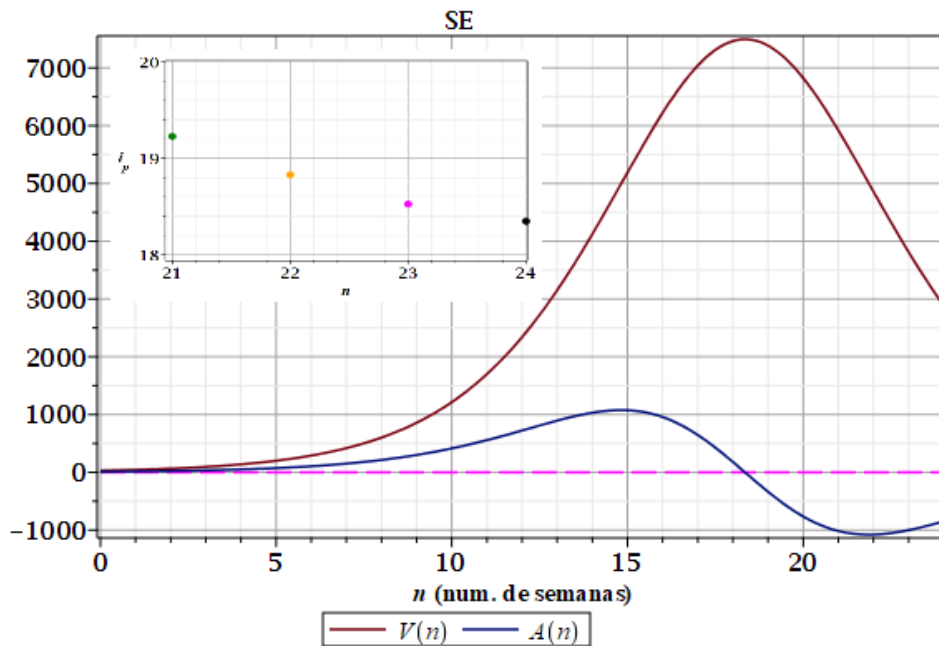


Figura 66: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{24}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Sergipe. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 18,3$.

VI.4.13. Rio Grande do Norte

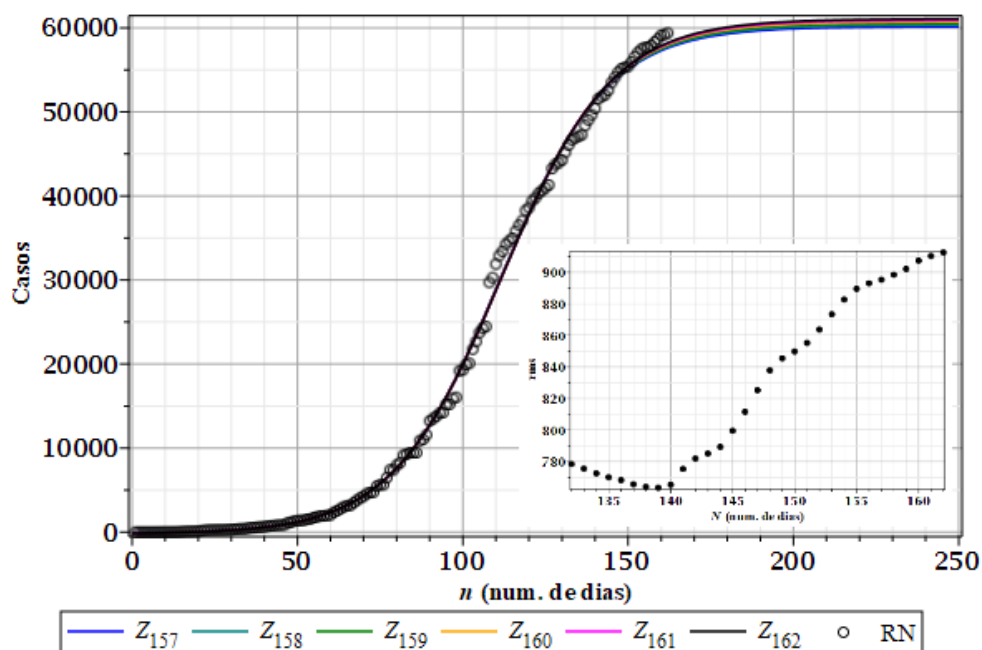


Figura 67: Casos diários de Covid-19 no estado do Rio Grande do Norte e *rms* (detalhe). Início: 14/03/2020.

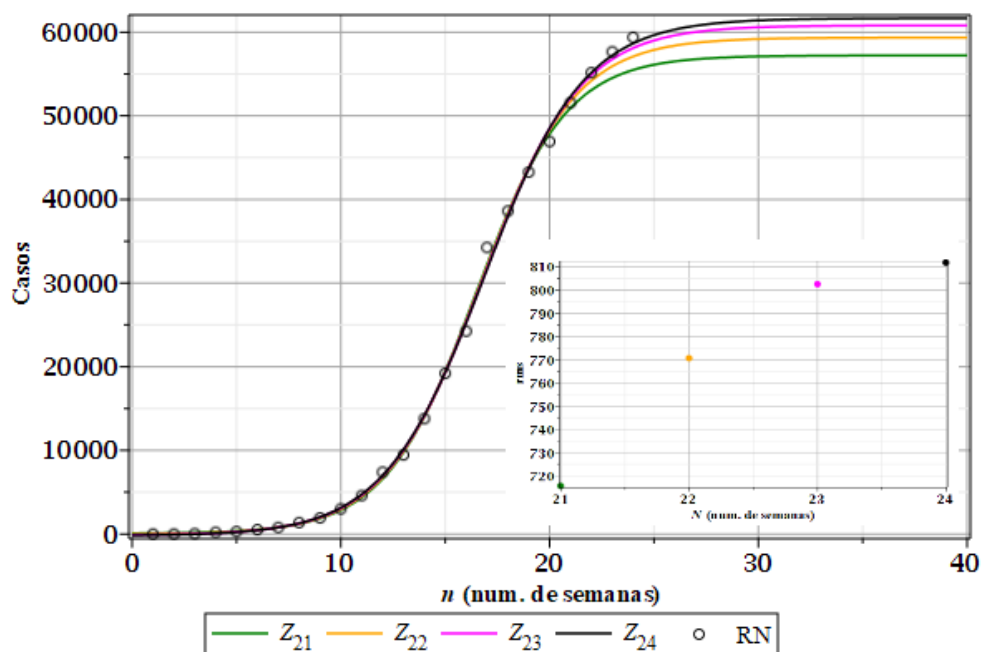


Figura 68: Casos semanais de Covid-19 no estado do Rio Grande do Norte e *rms* (detalhe).

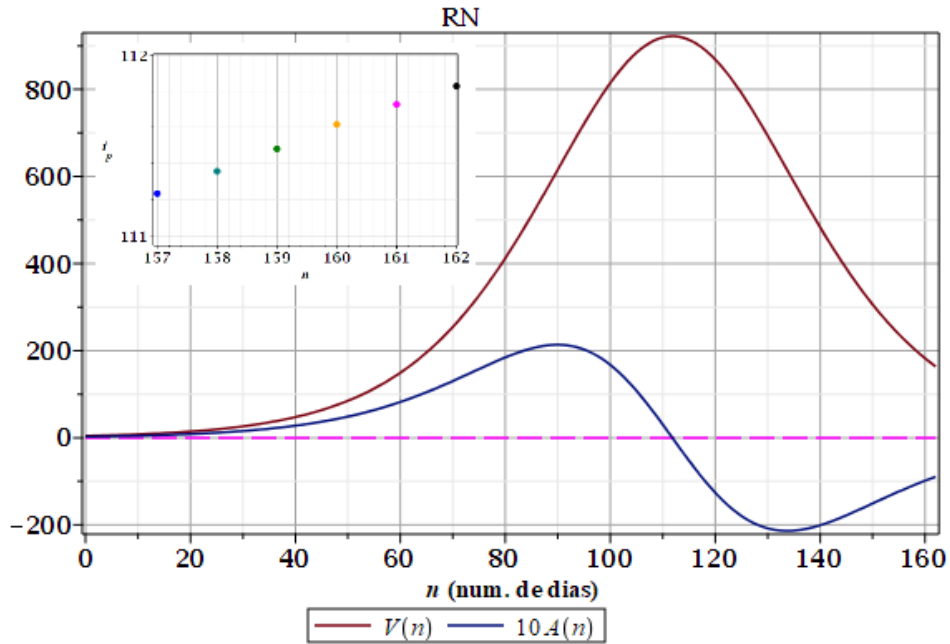


Figura 69: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{162}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio Grande do Norte. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 112$.

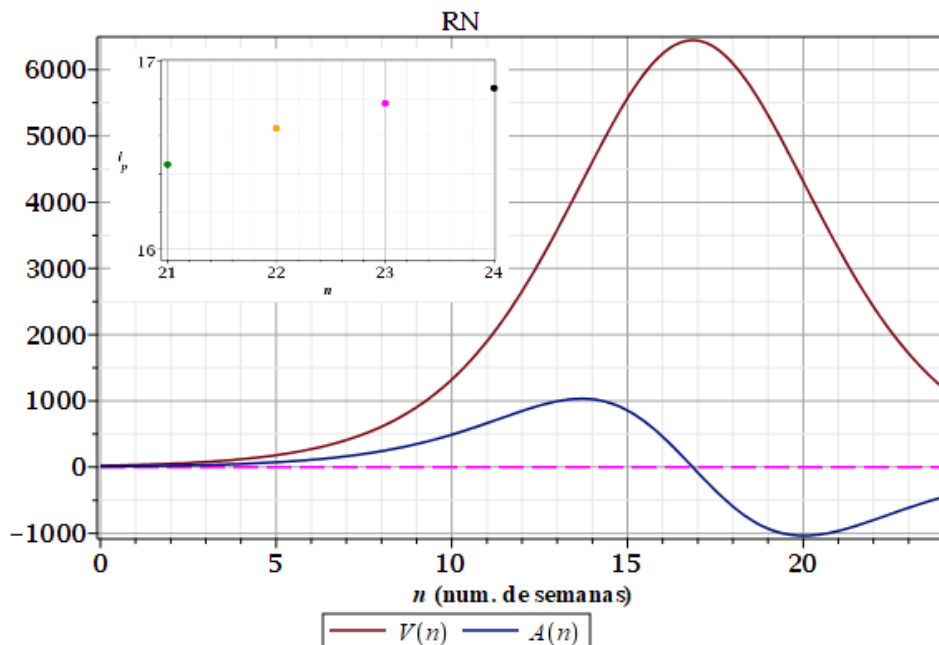


Figura 70: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{24}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio Grande do Norte. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 16,9$.

VI.4.14. Pará

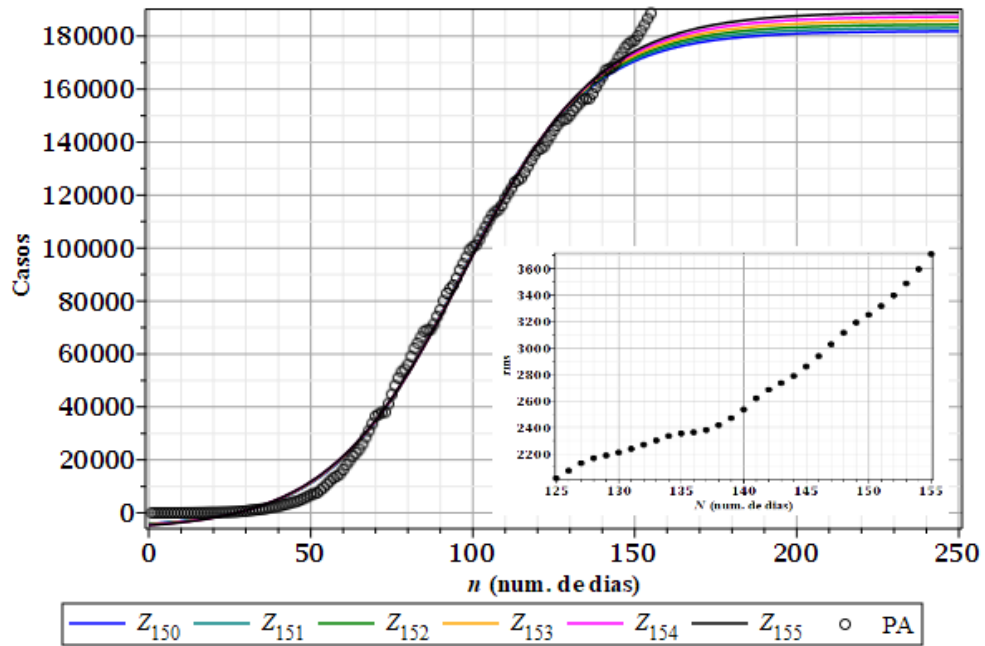


Figura 71: Casos diários de Covid-19 no estado do Pará e *rms* (detalhe). Início: 21/03/2020.

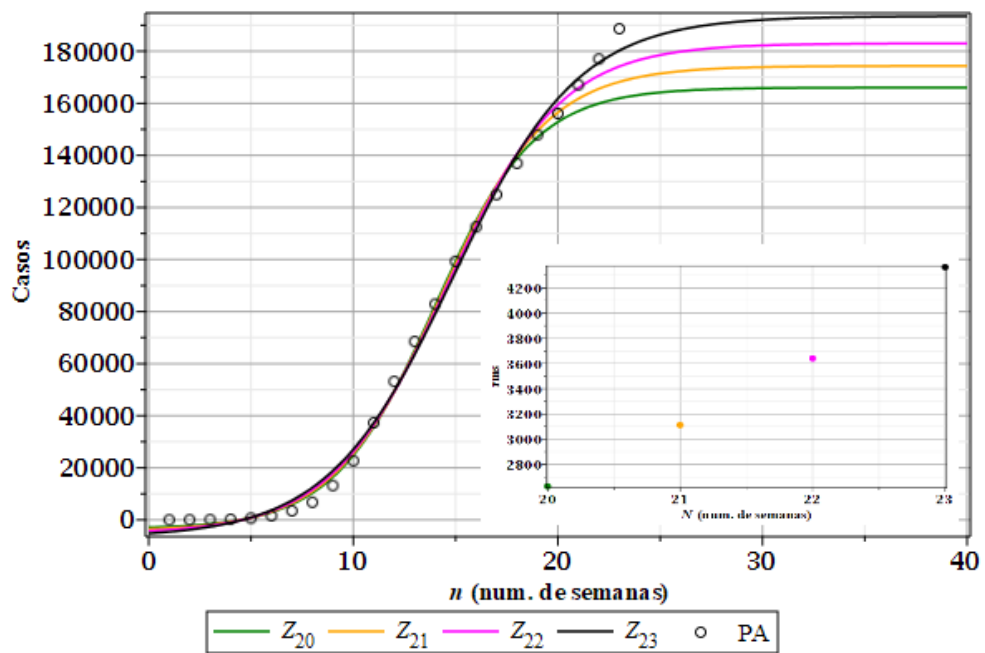


Figura 72: Casos semanais de Covid-19 no estado do Pará e *rms* (detalhe).

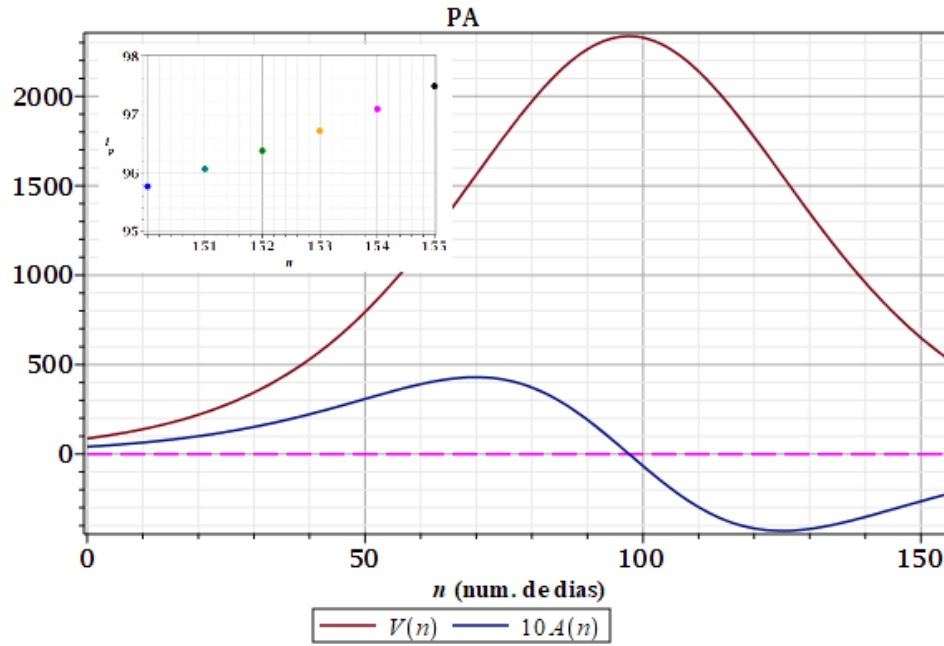


Figura 73: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Pará. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 97$.

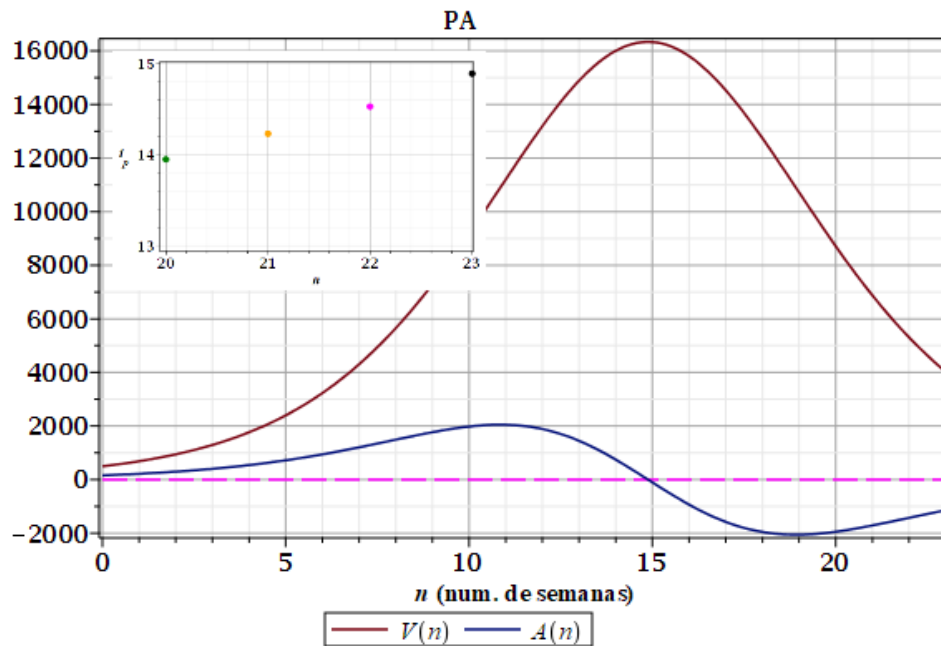


Figura 74: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Pará. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 14,9$.

VI.4.15. Amazonas

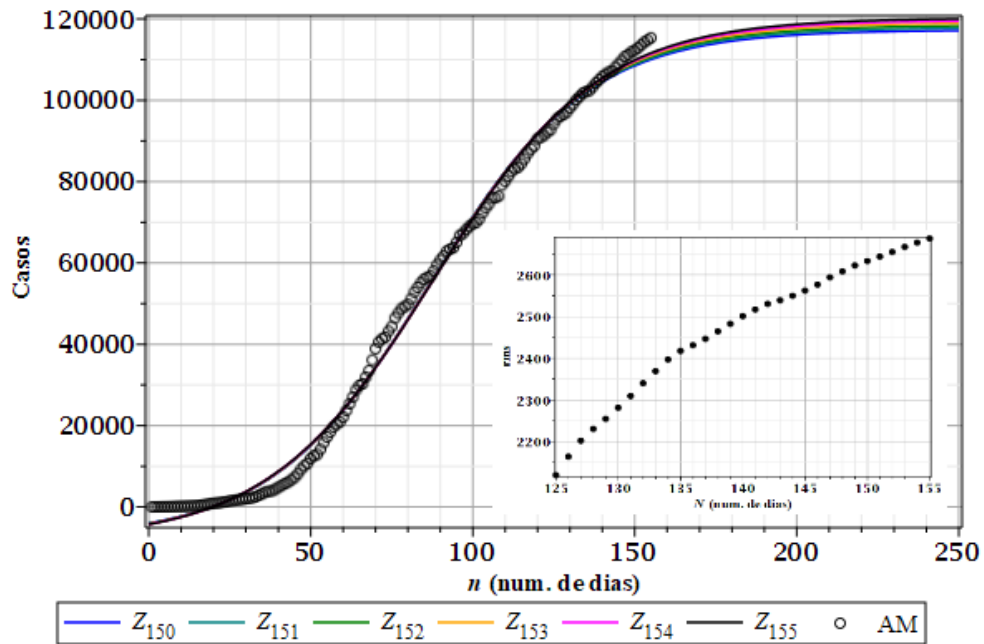


Figura 75: Casos diários de Covid-19 no estado do Amazonas e rms (detalhe). Início: 21/03/2020.

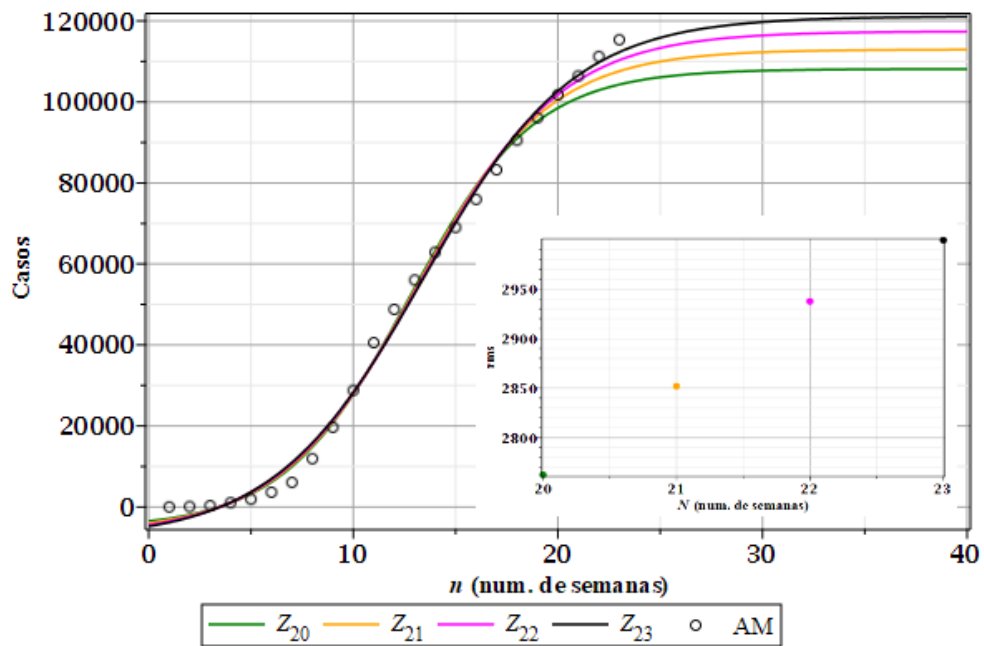


Figura 76: Casos semanais de Covid-19 no estado do Amazonas e rms (detalhe).

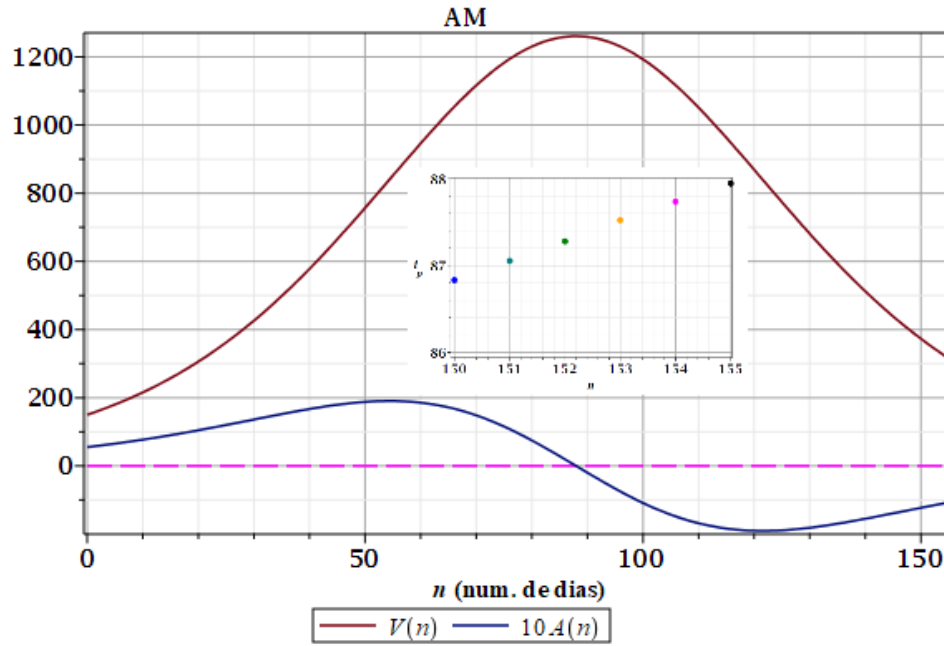


Figura 77: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Amazonas. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 88$.

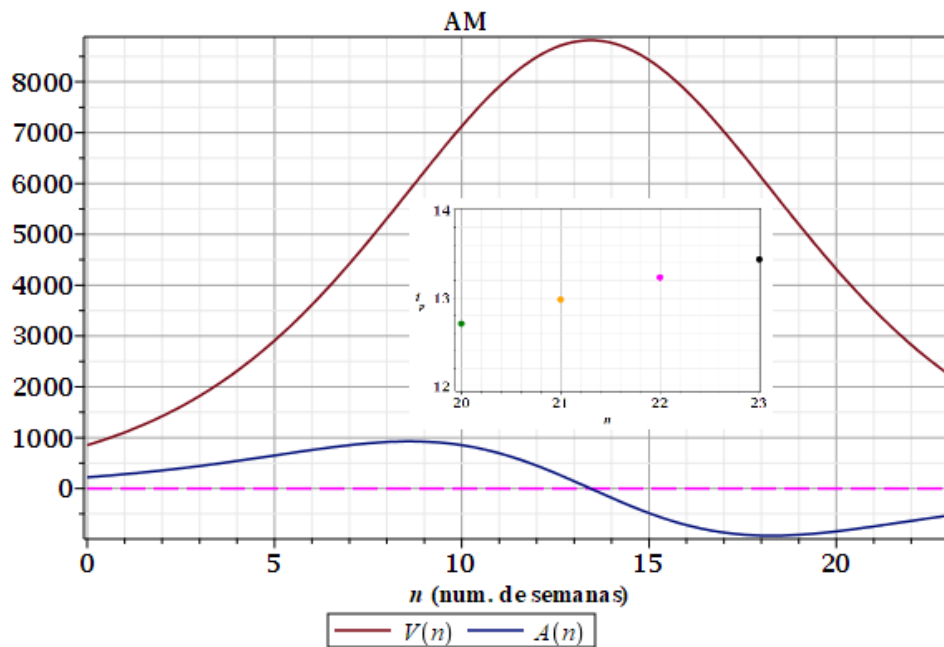


Figura 78: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Amazonas. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 13,4$.

VI.4.16. Rondônia

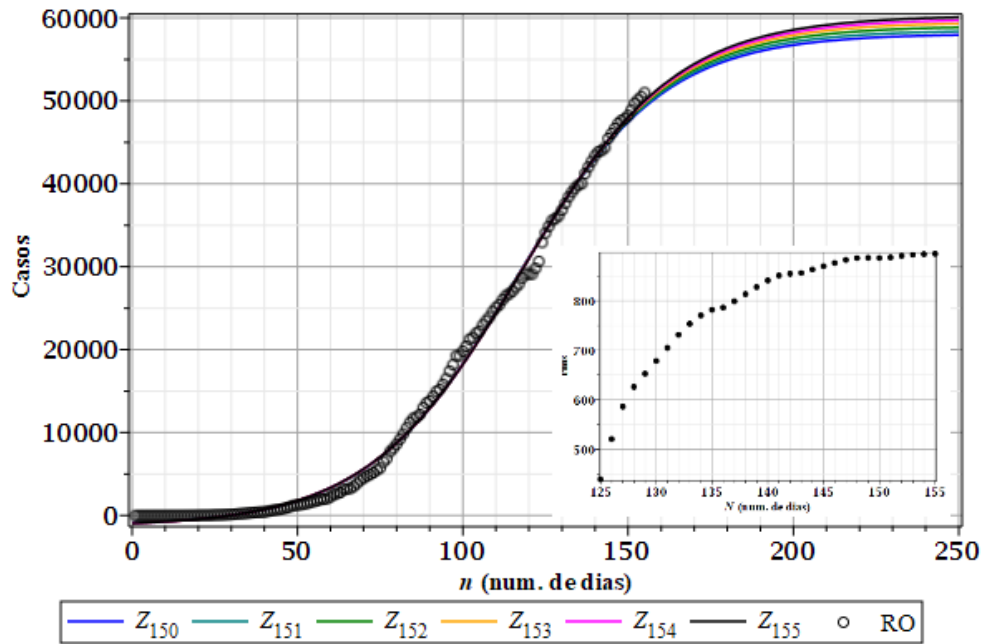


Figura 79: Casos diários de Covid-19 no estado de Rondônia e rms (detalhe). Início: 21/03/2020.

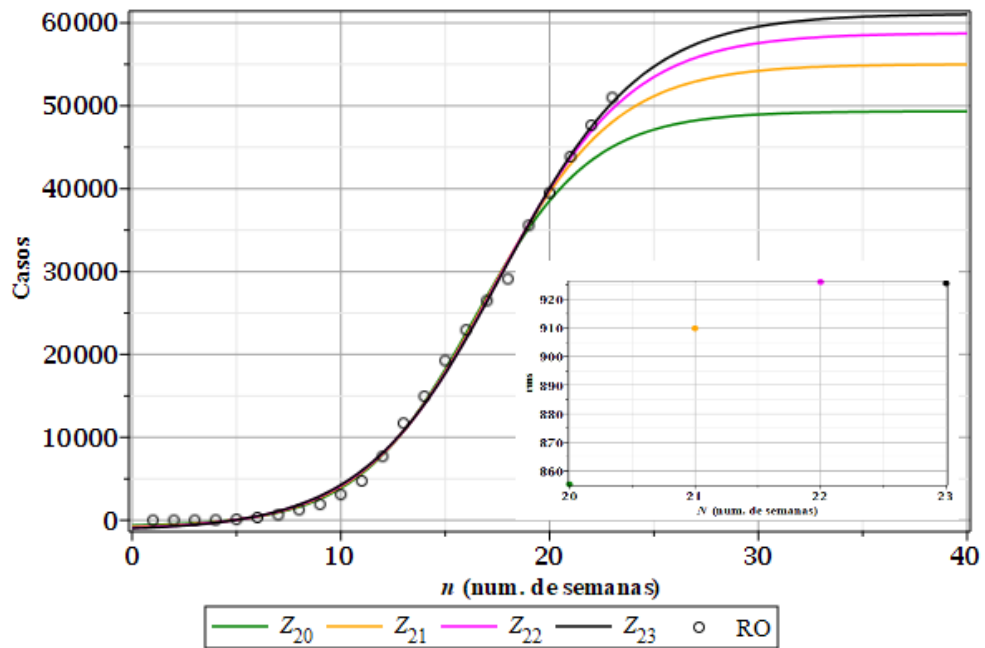


Figura 80: Casos semanais de Covid-19 no estado de Rondônia e rms (detalhe).

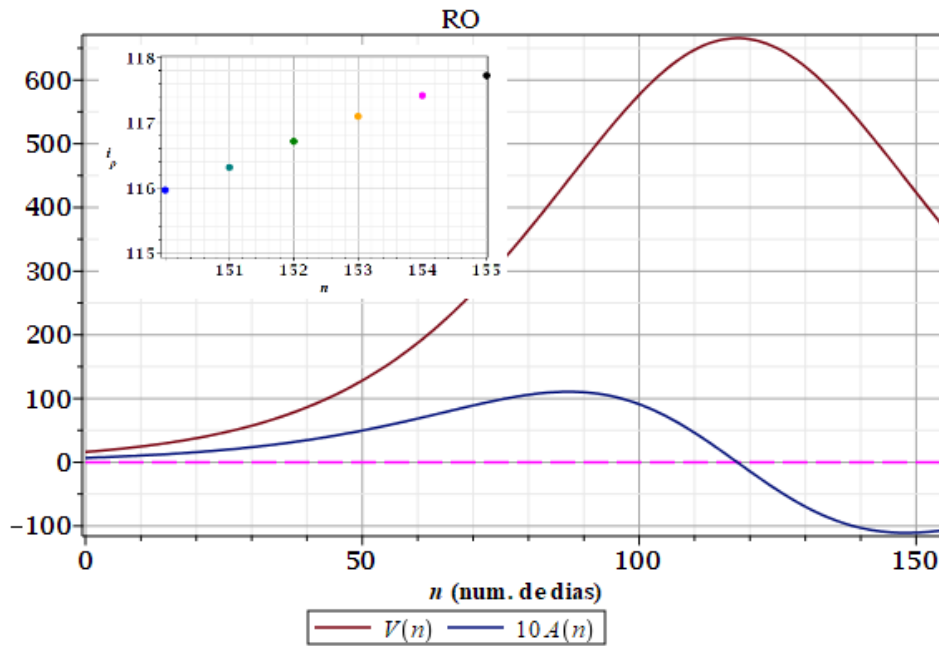


Figura 81: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Rondônia. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 118$.

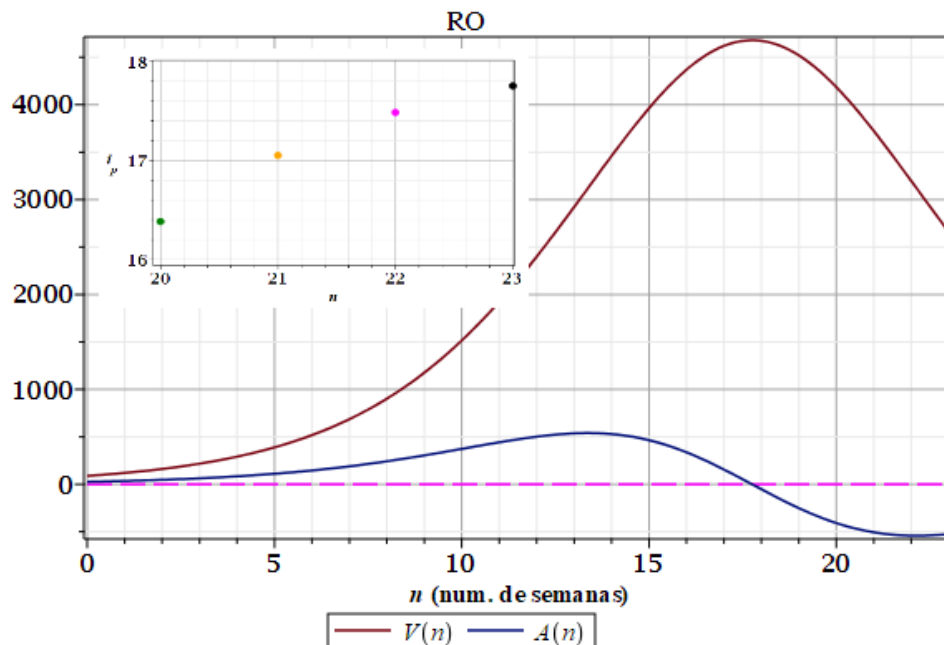


Figura 82: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Rondônia. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 17,8$.

VI.4.17. Tocantins

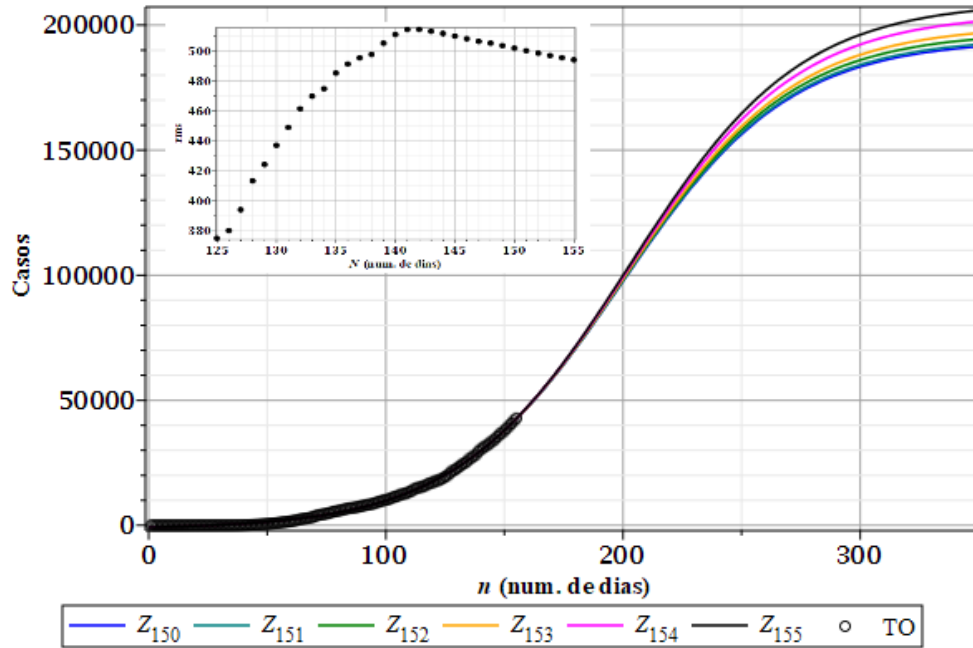


Figura 83: Casos diários de Covid-19 no estado do Tocantins e rms (detalhe). Início: 21/03/2020.

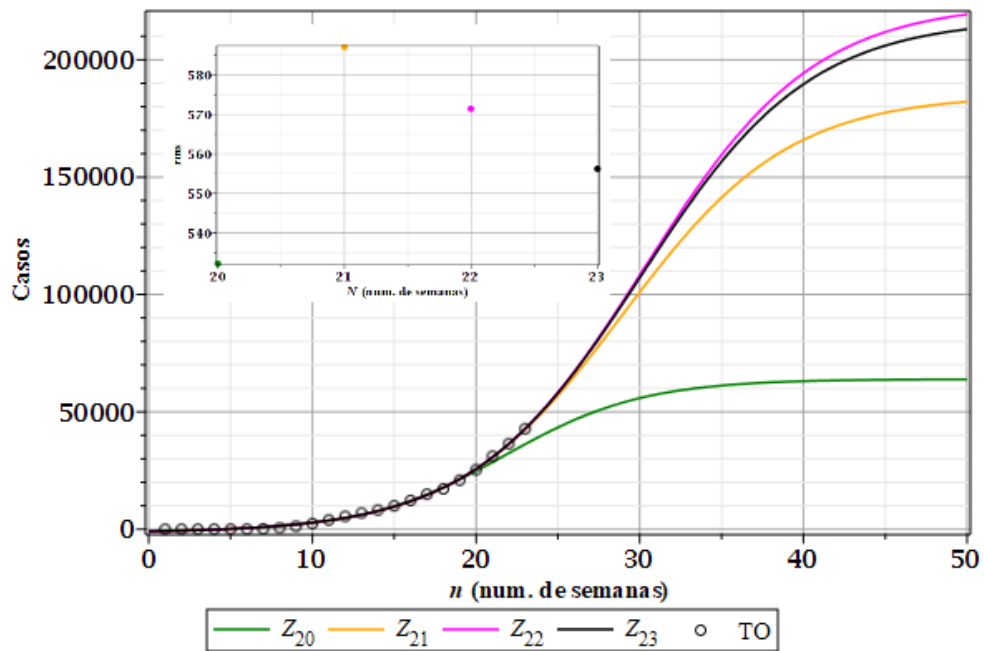


Figura 84: Casos semanais de Covid-19 no estado do Tocantins e rms (detalhe).

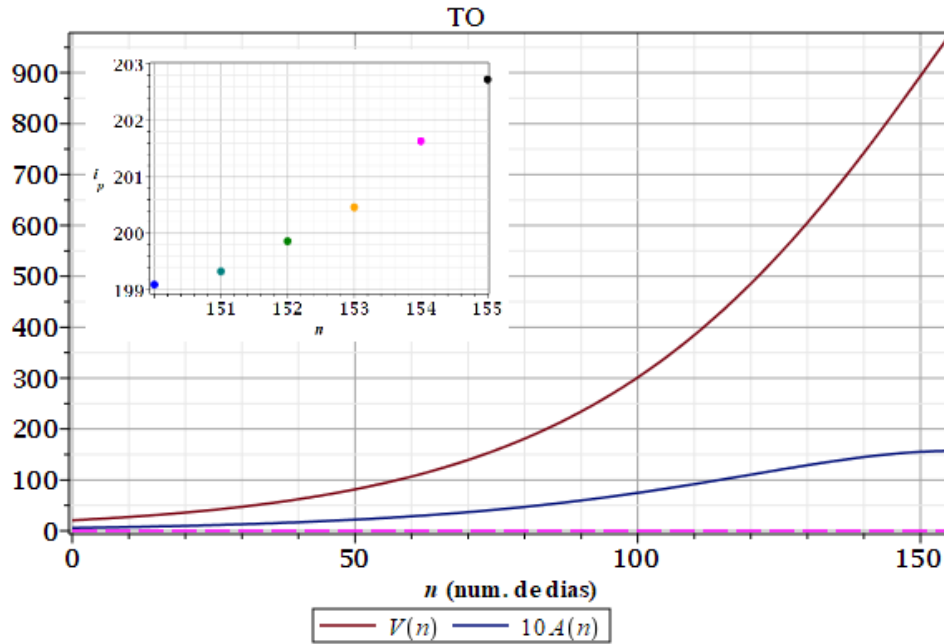


Figura 85: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{142}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Tocantins. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

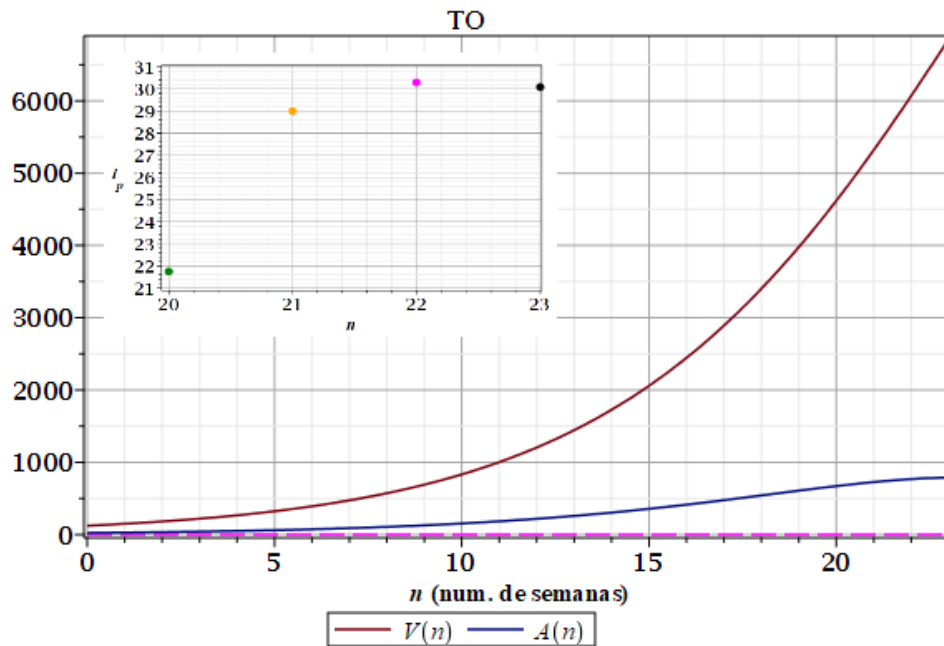


Figura 86: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{21}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Tocantins. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.18. Roraima

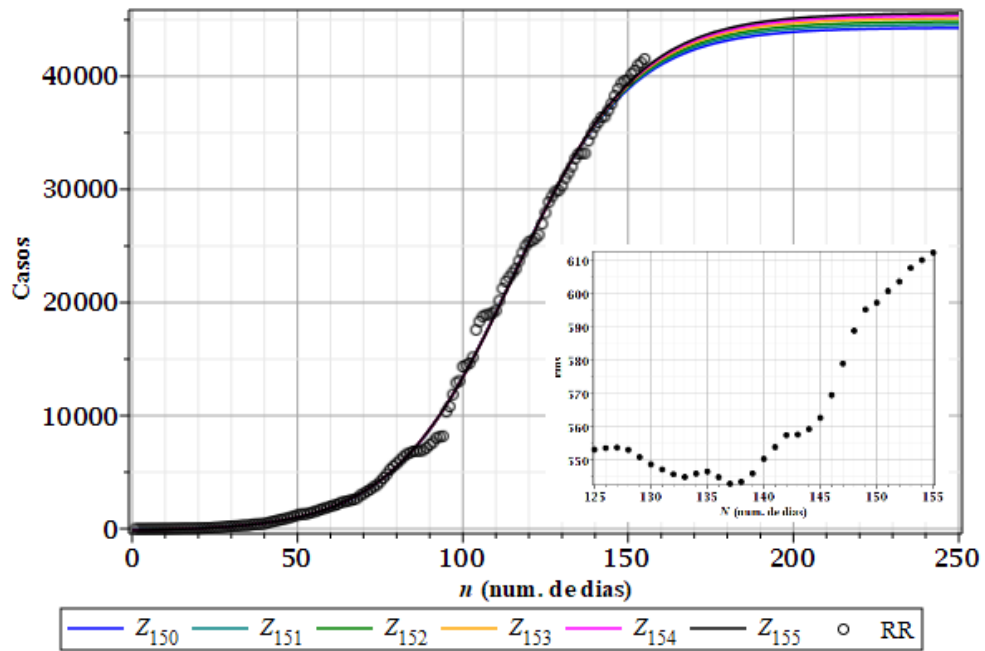


Figura 87: Casos diários de Covid-19 no estado de Roraima e rms (detalhe). Início: 21/03/2020.

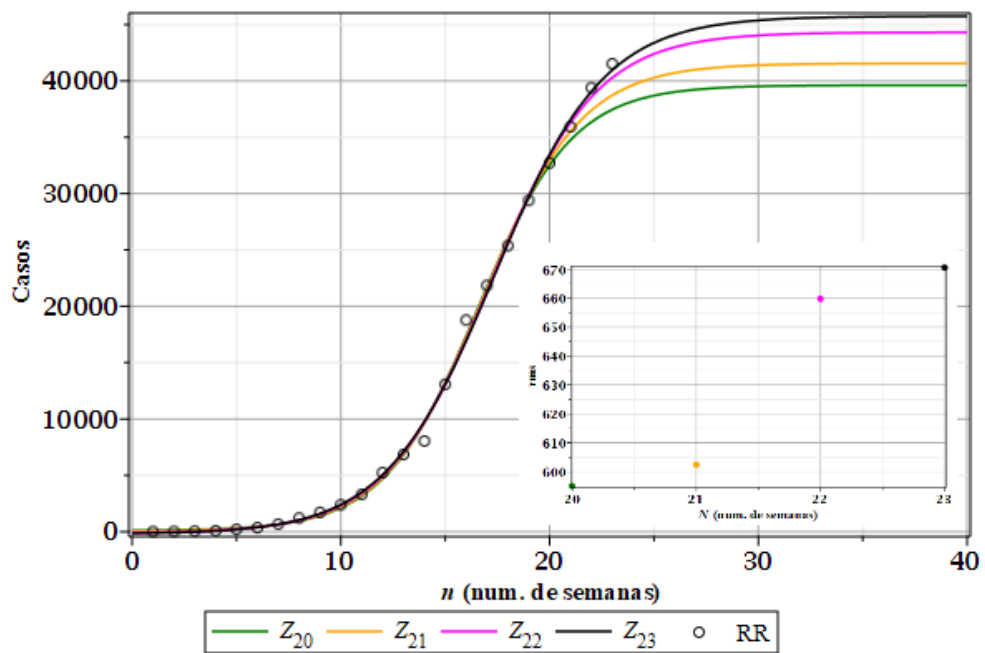


Figura 88: Casos semanais de Covid-19 no estado de Roraima e rms (detalhe).

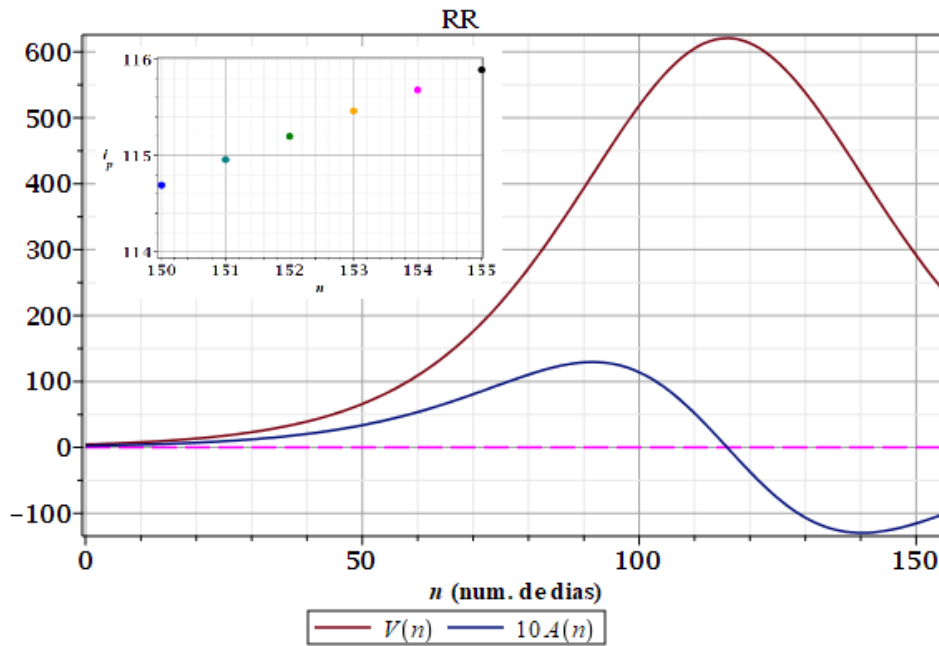


Figura 89: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Roraima. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 116$.

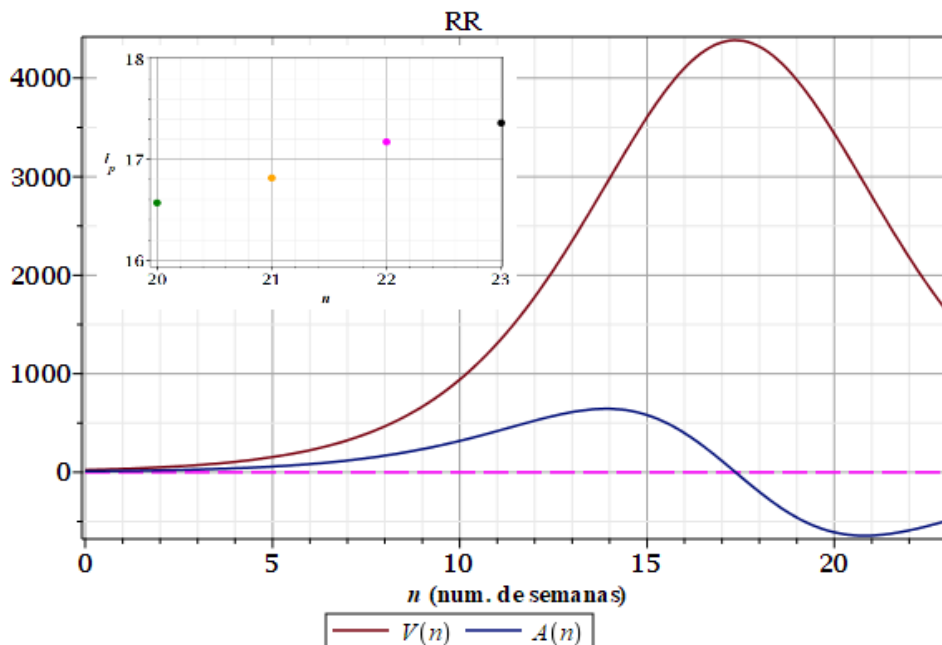


Figura 90: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Roraima. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 17,3$.

VI.4.19. Amapá

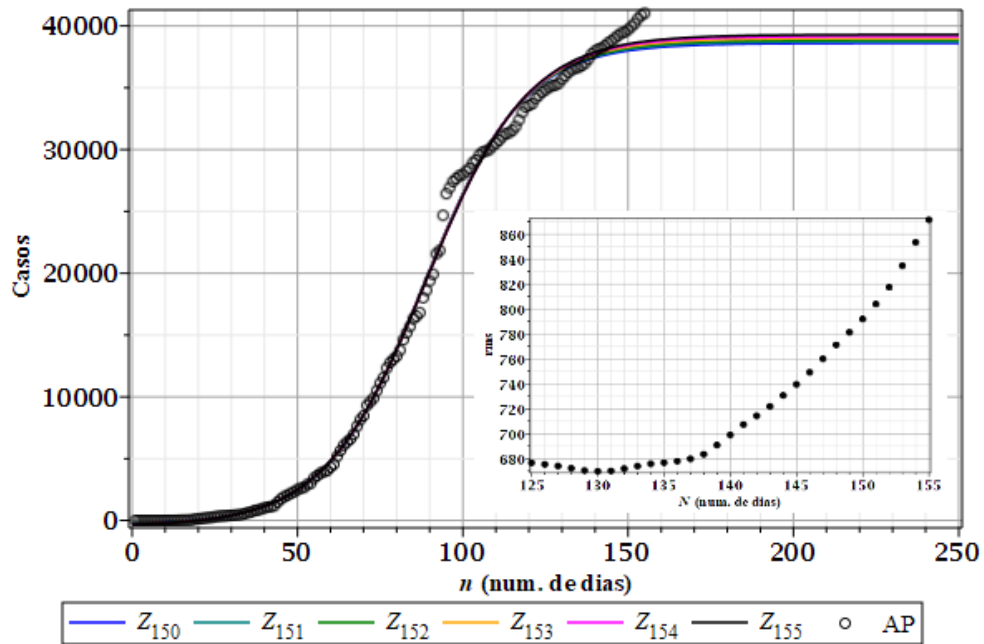


Figura 91: Casos diários de Covid-19 no estado do Amapá e rms (detalhe). Início: 21/03/2020.

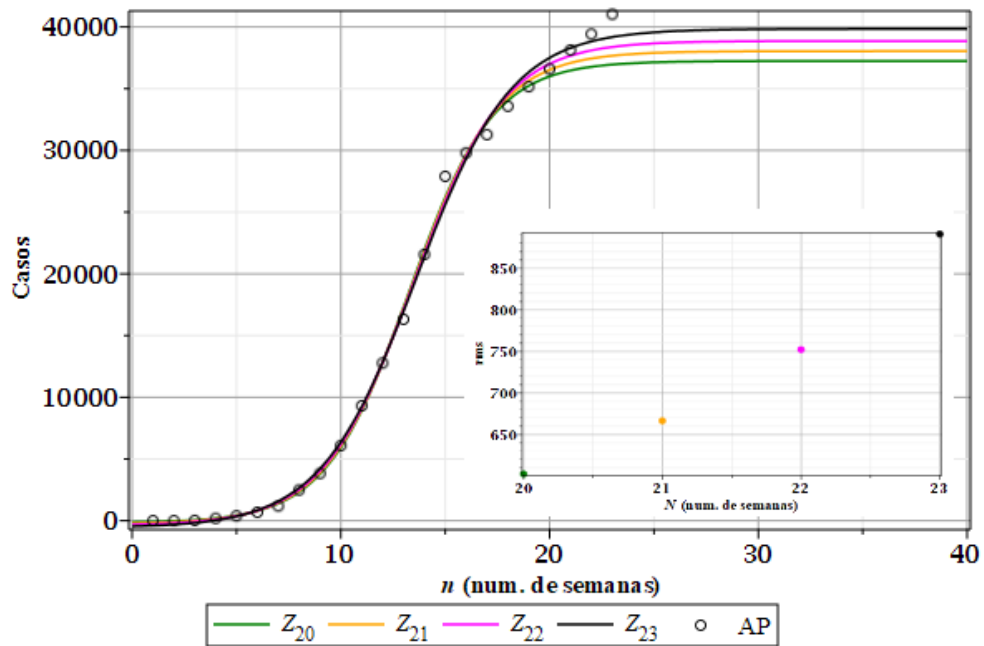


Figura 92: Casos semanais de Covid-19 no estado do Amapá e rms (detalhe).

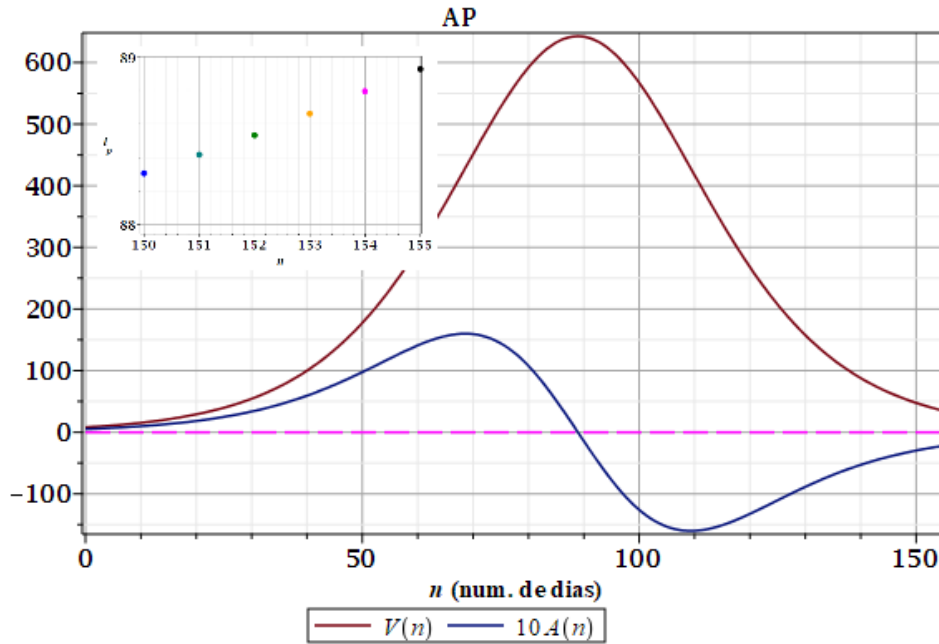


Figura 93: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Amapá. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (estável): $n \approx 89$.

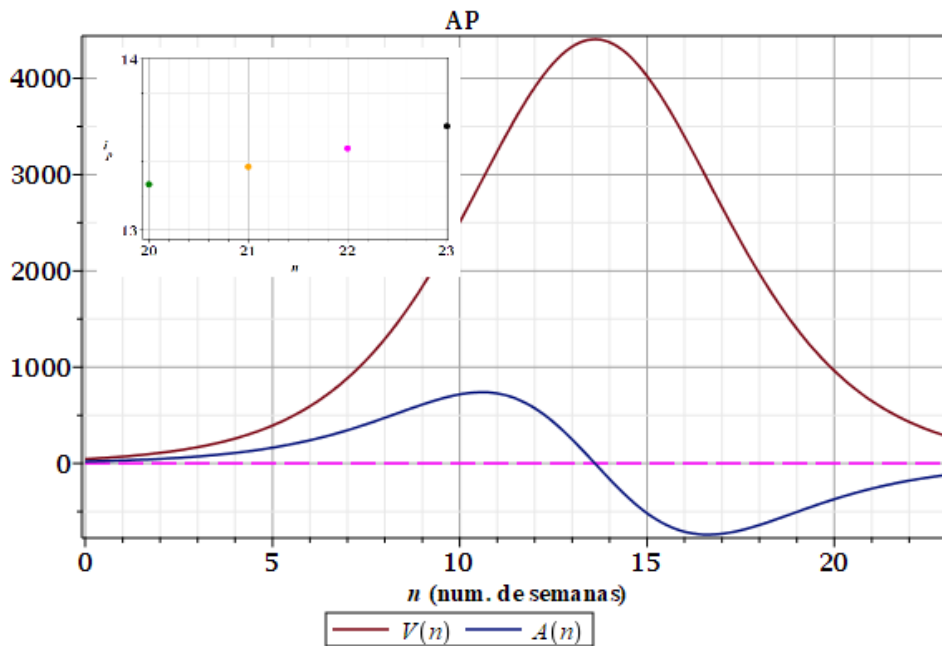


Figura 94: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Amapá. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (estável): $n \approx 13,6$.

VI.4.20. Acre

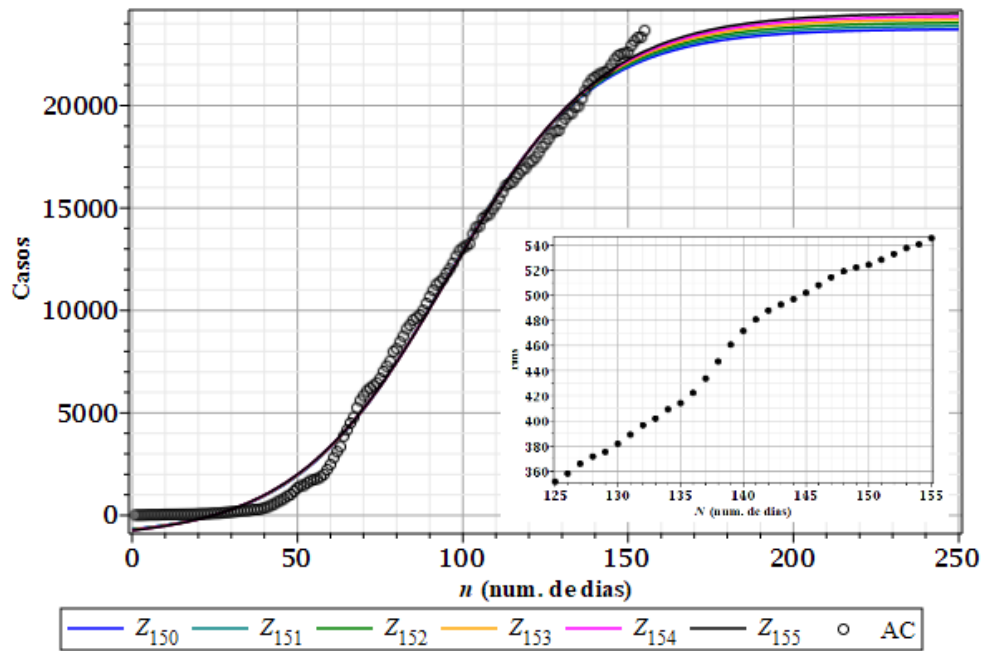


Figura 95: Casos diários de Covid-19 no estado do Acre e rms (detalhe). Início: 21/03/2020.

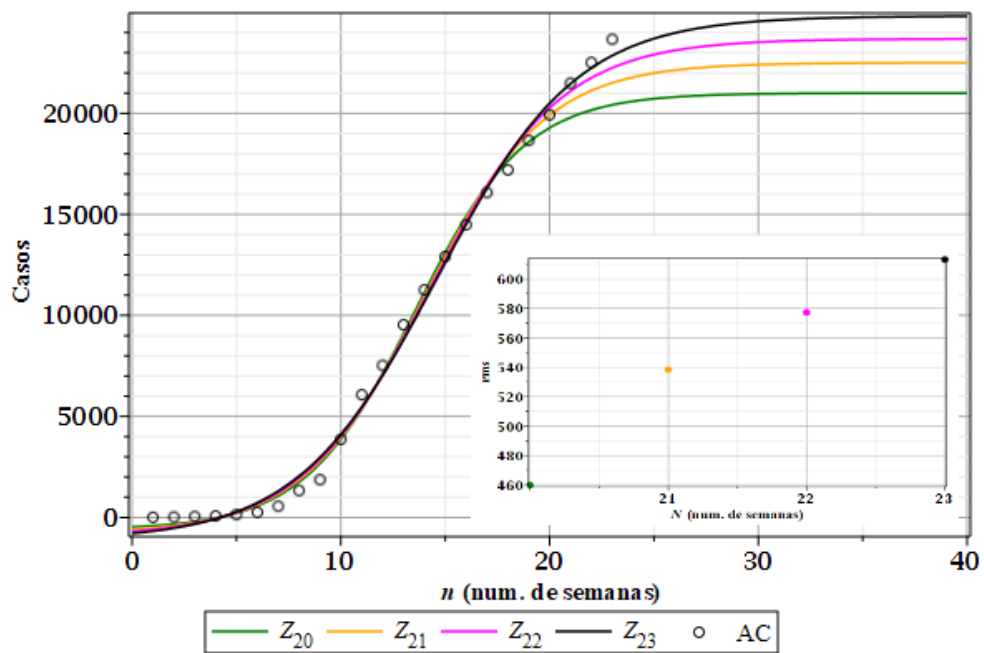


Figura 96: Casos semanais de Covid-19 no estado do Acre e rms (detalhe).

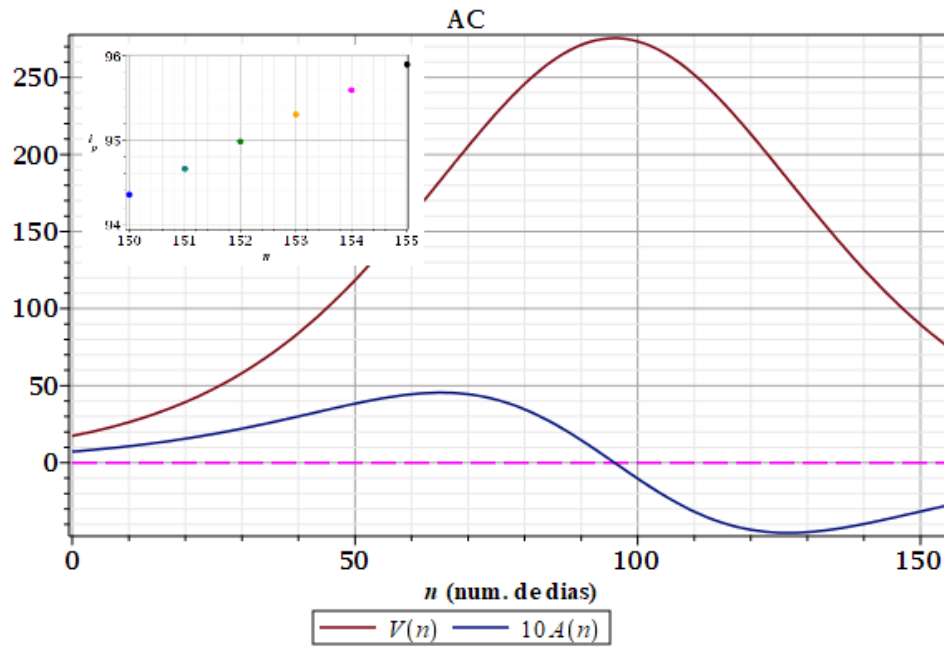


Figura 97: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Acre. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 96$.

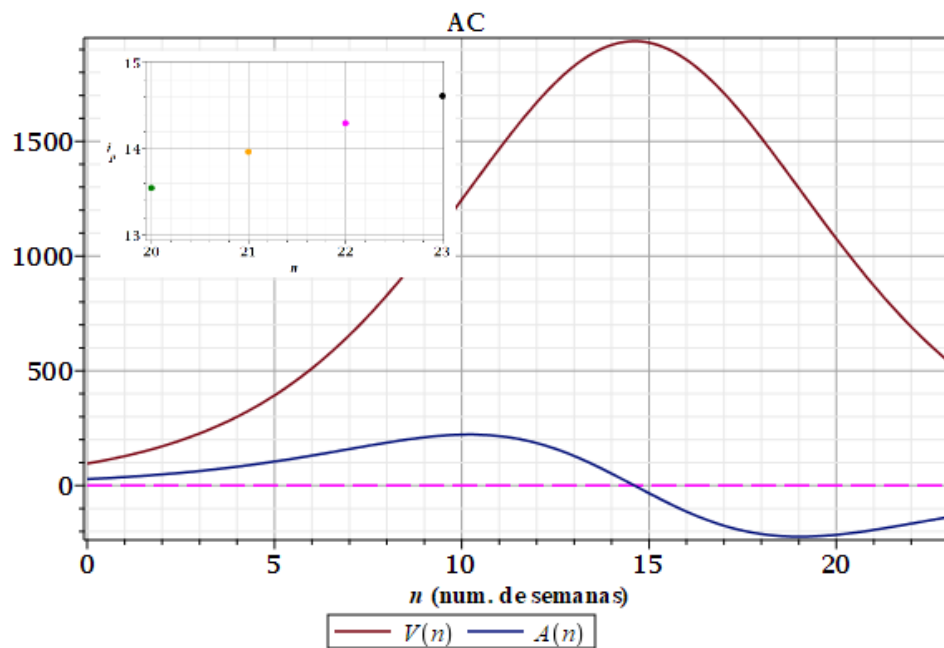


Figura 98: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Acre. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 14,6$.

VI.4.21. Distrito Federal

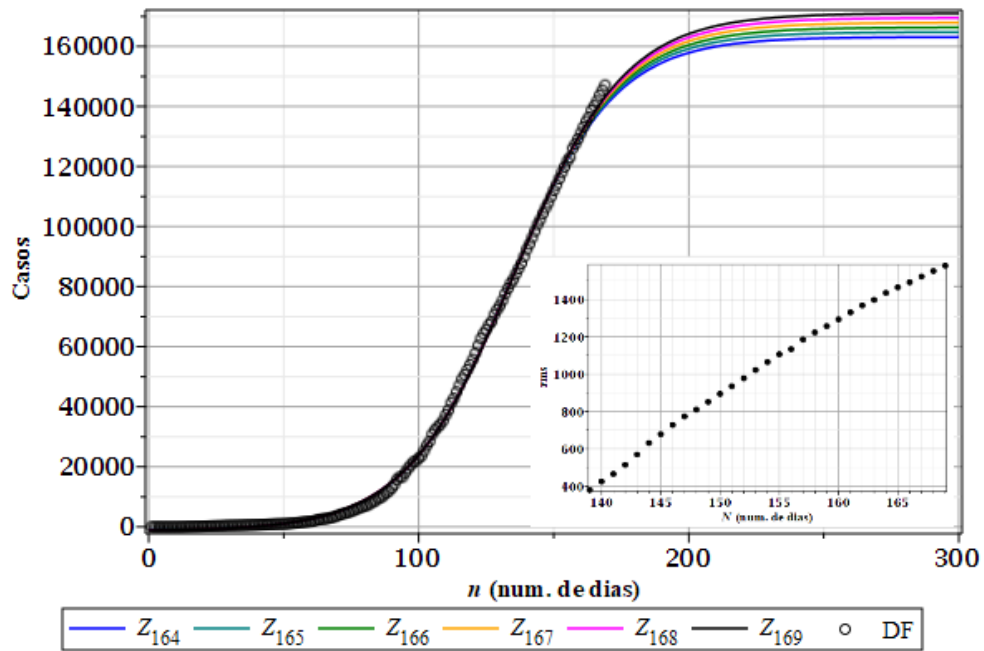


Figura 99: Casos diários de Covid-19 no estado do Distrito Federal e *rms* (detalhe).

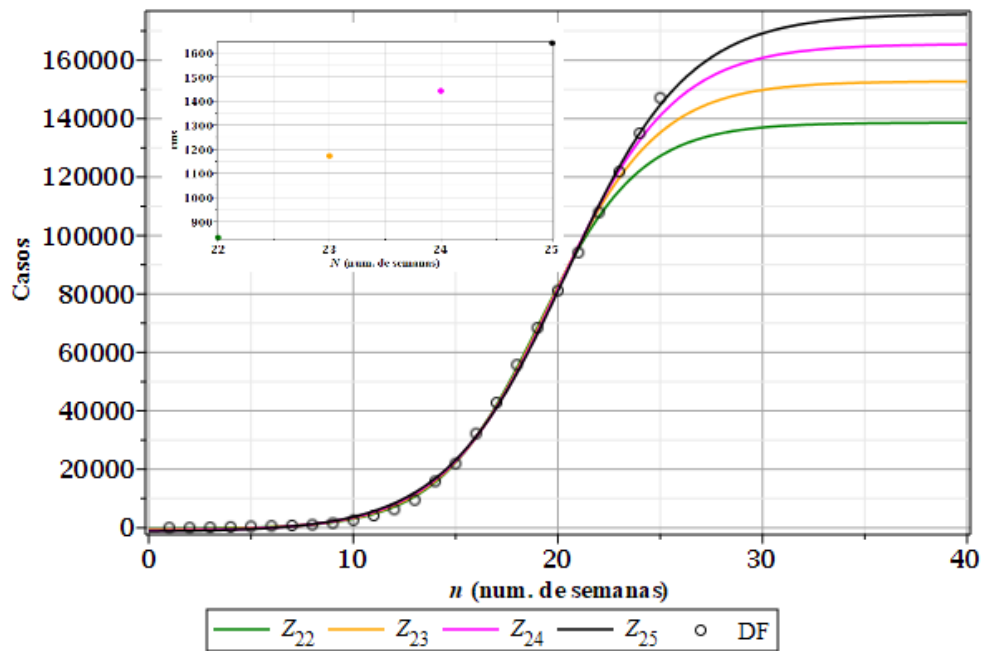


Figura 100: Casos semanais de Covid-19 no estado do Distrito Federal e *rms* (detalhe).

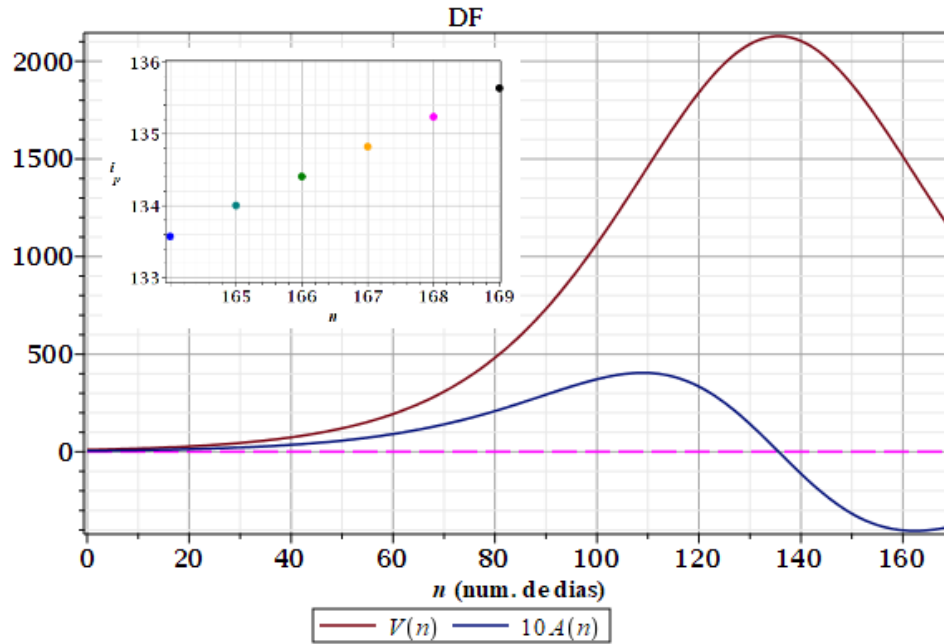


Figura 101: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{169}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Distrito Federal. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 135$.

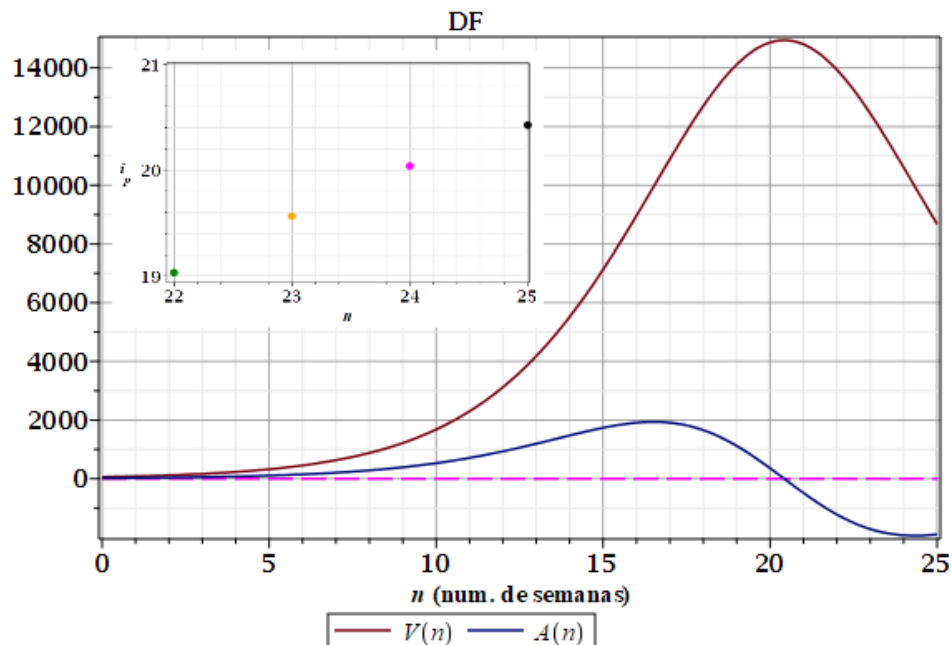


Figura 102: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{25}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Distrito Federal. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 20,4$.

VI.4.22. Goiás

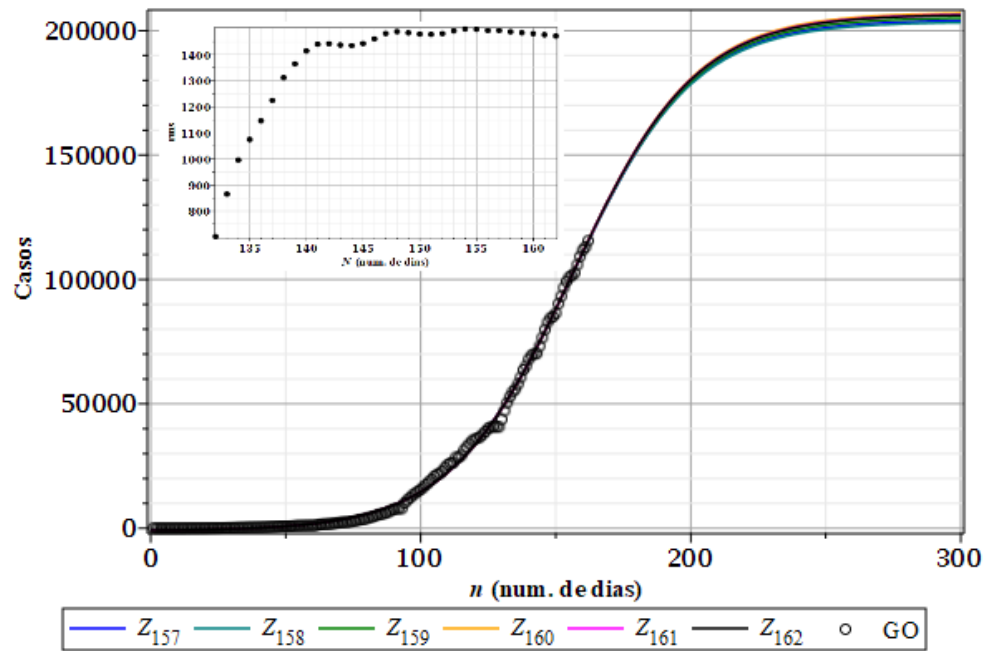


Figura 103: Casos diários de Covid-19 no estado de Goiás e rms (detalhe).

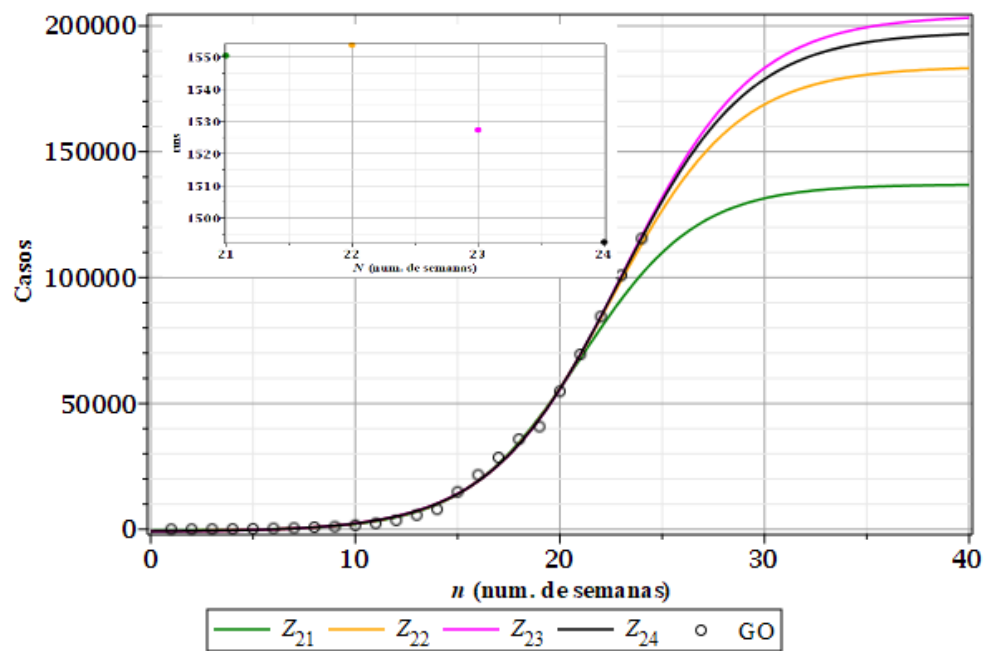


Figura 104: Casos semanais de Covid-19 no estado de Goiás e rms (detalhe).

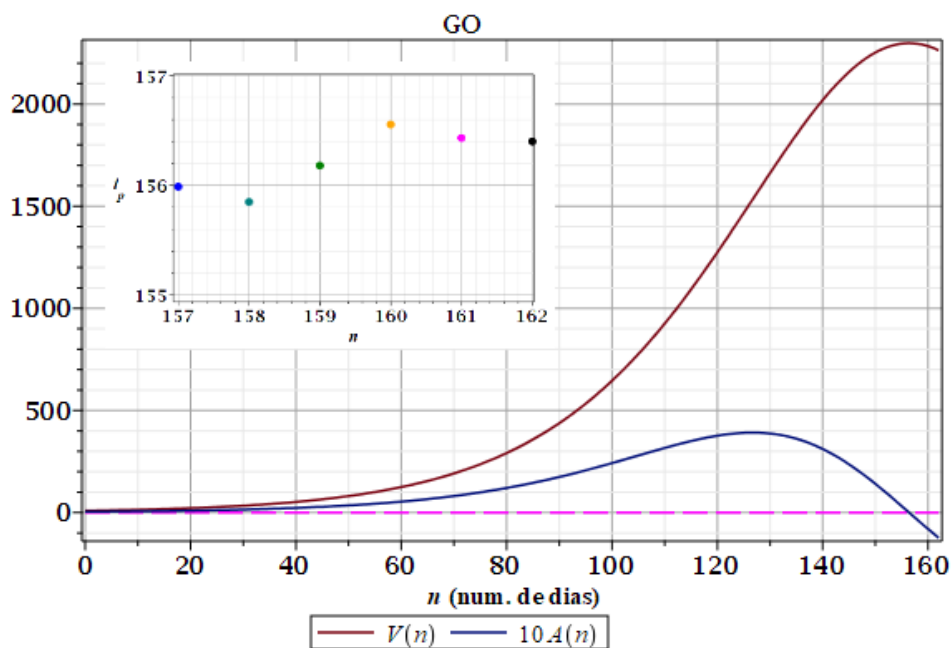


Figura 105: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{162}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Goiás. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 156$.

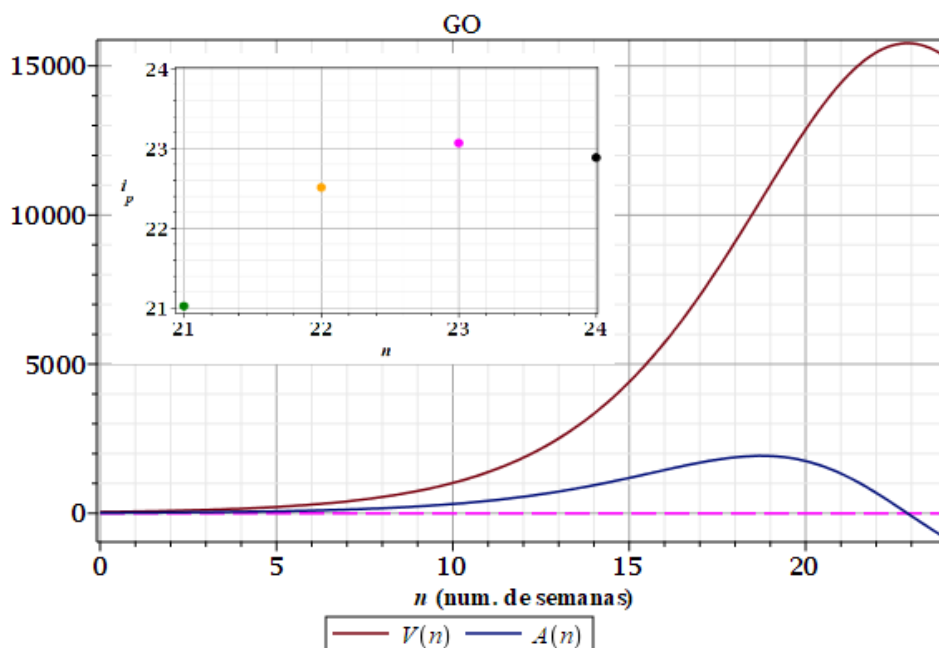


Figura 106: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{24}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Goiás. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 22,9$.

VI.4.23. Mato Grosso

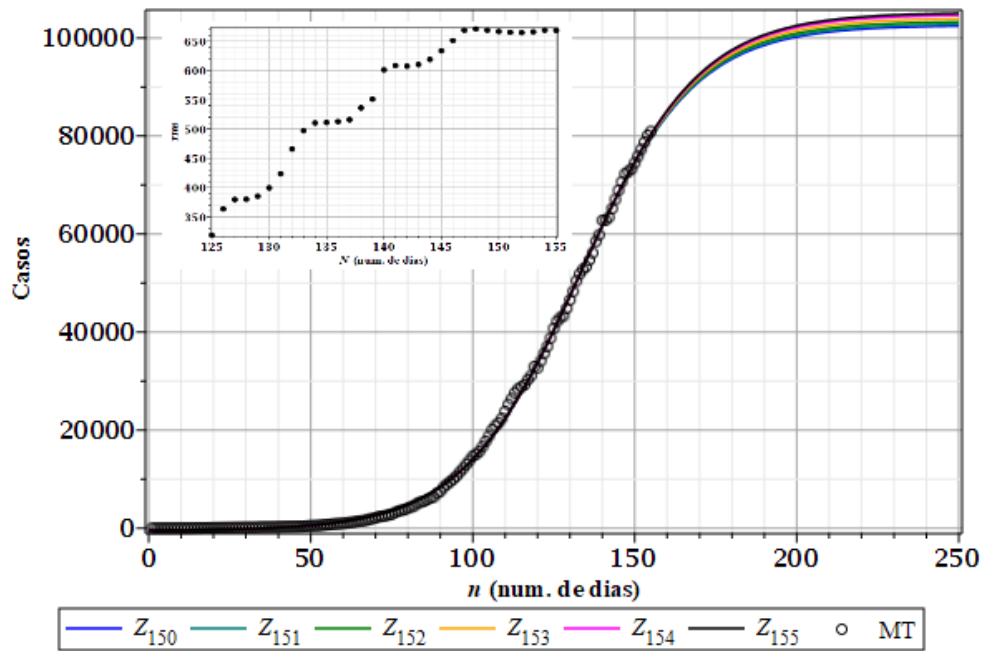


Figura 107: Casos diários de Covid-19 no estado de Mato Grosso e rms (detalhe).

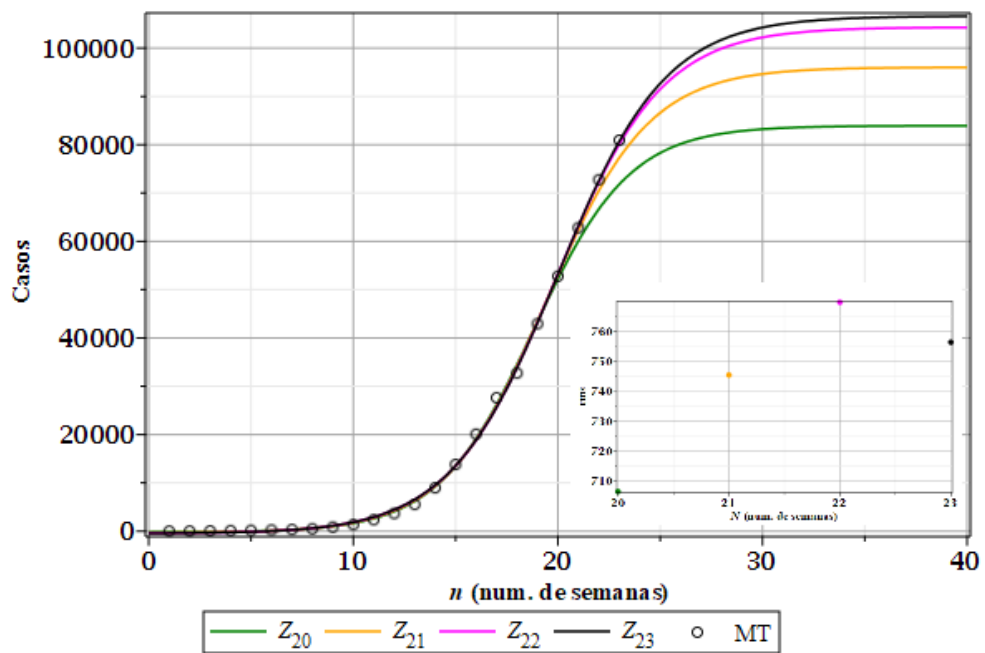


Figura 108: Casos semanais de Covid-19 no estado de Mato Grosso e rms (detalhe).

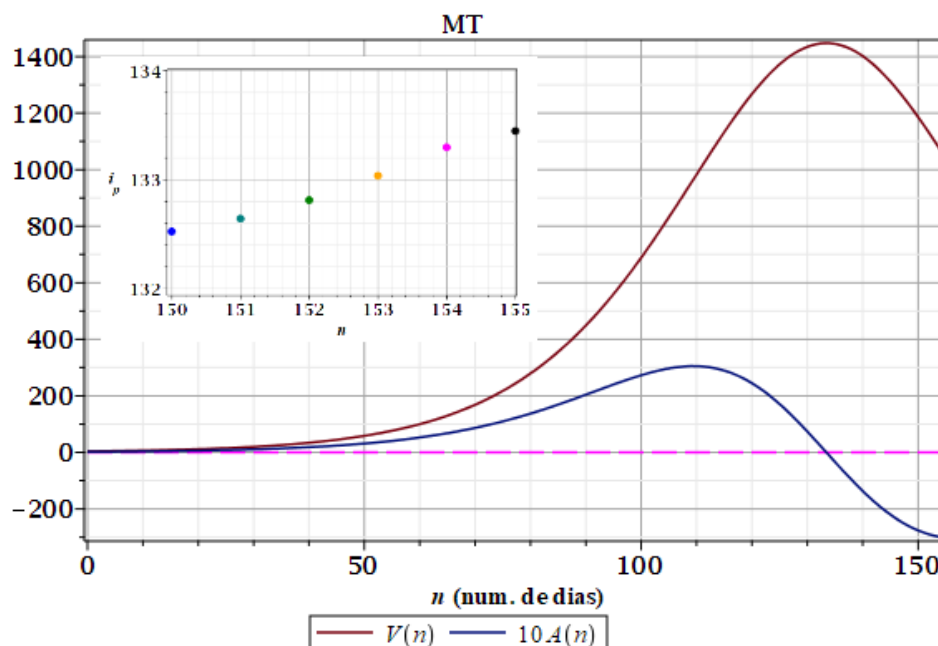


Figura 109: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Mato Grosso. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 133$.

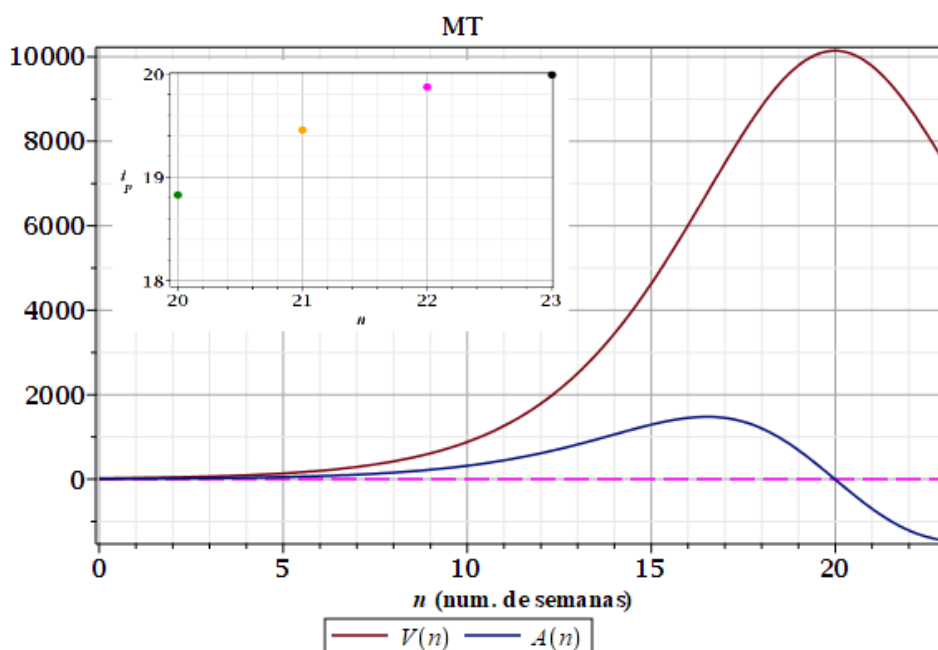


Figura 110: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Mato Grosso. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 20$.

VI.4.24. Mato Grosso do Sul

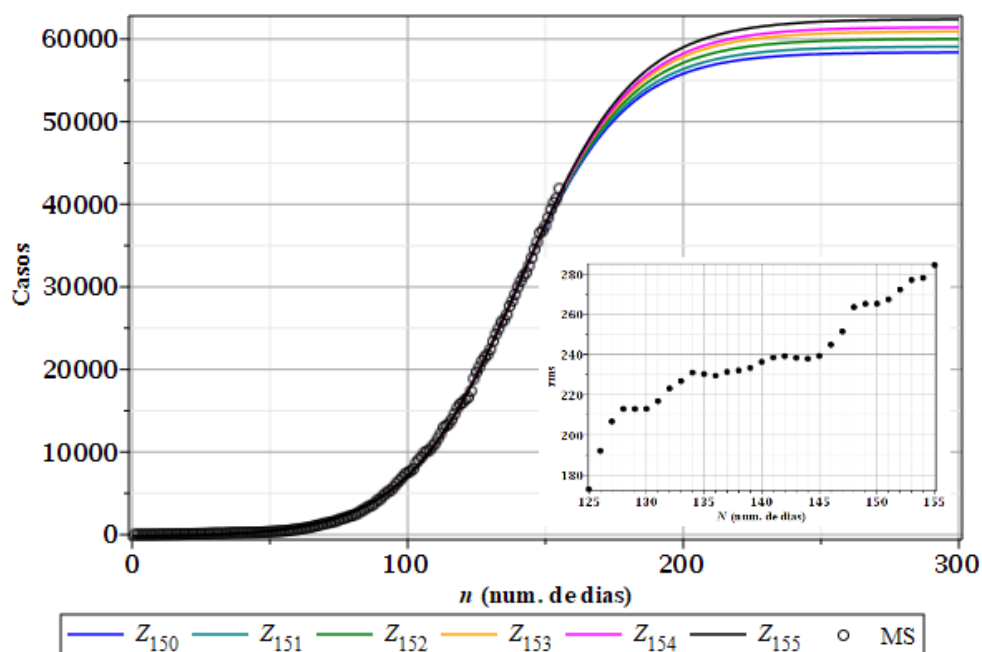


Figura 111: Casos diários de Covid-19 no estado de Mato Grosso do Sul e rms (detalhe).

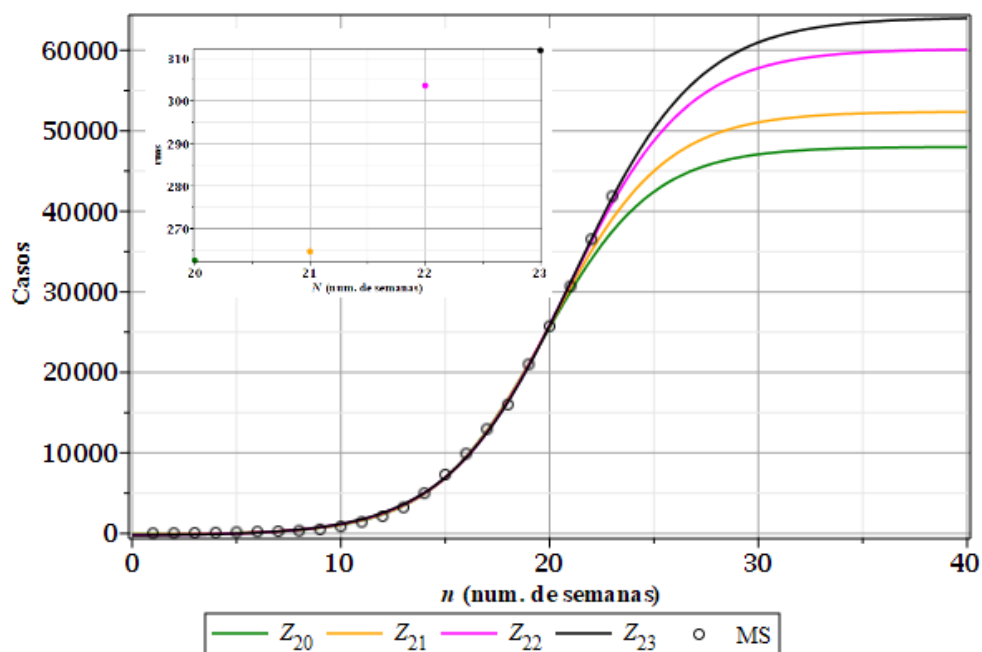


Figura 112: Casos semanais de Covid-19 no estado de Mato Grosso do Sul e rms (detalhe).

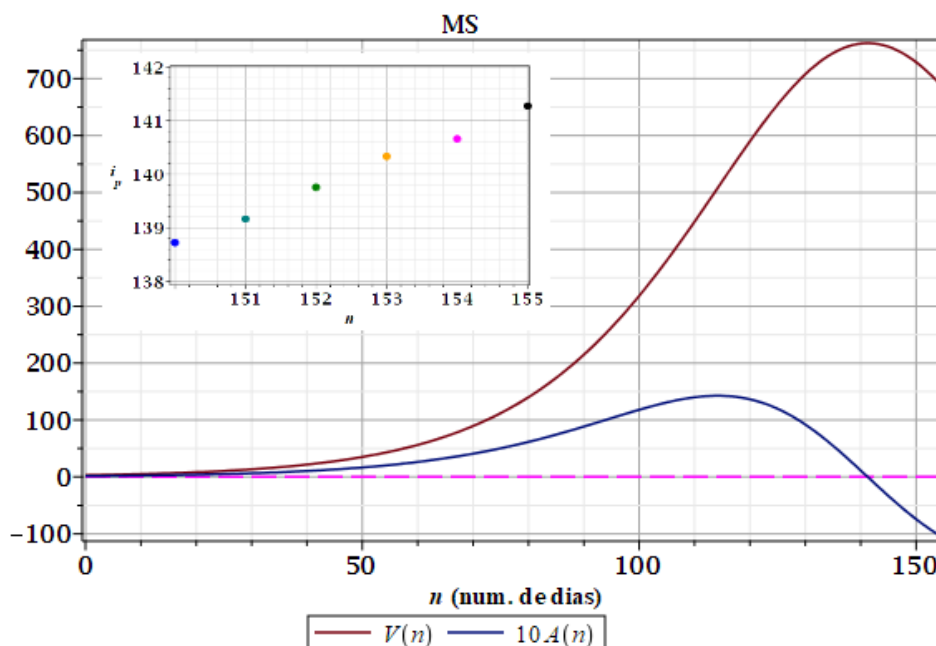


Figura 113: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{155}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Mato Grosso do Sul. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 141$.

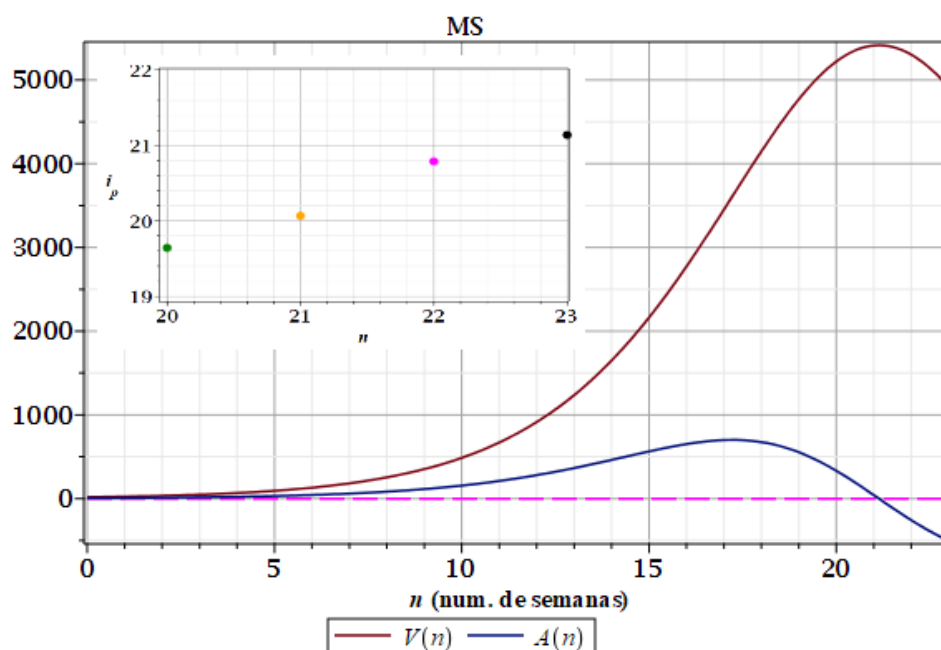


Figura 114: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{23}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Mato Grosso do Sul. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 21,1$.

VI.4.25. Santa Catarina

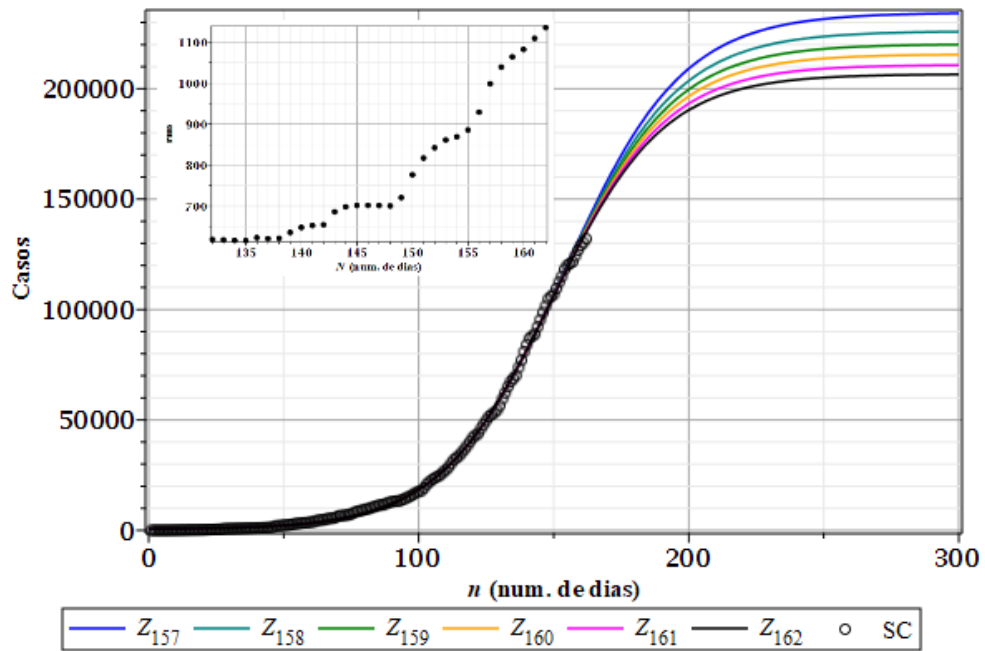


Figura 115: Casos diários de Covid-19 no estado de Santa Catarina e *rms* (detalhe).

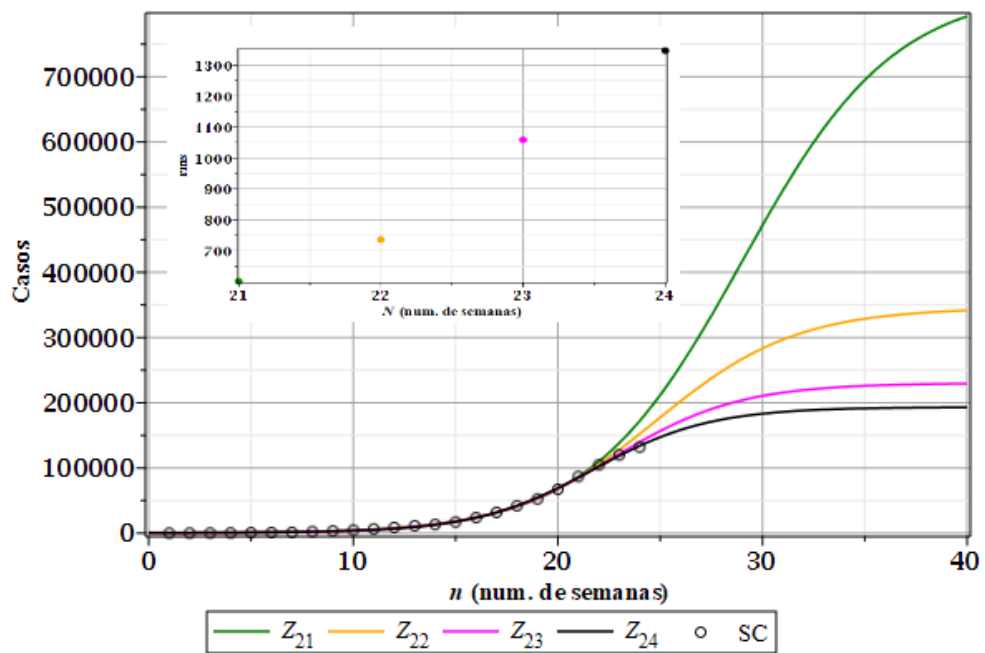


Figura 116: Casos semanais de Covid-19 no estado de Santa Catarina e *rms* (detalhe).

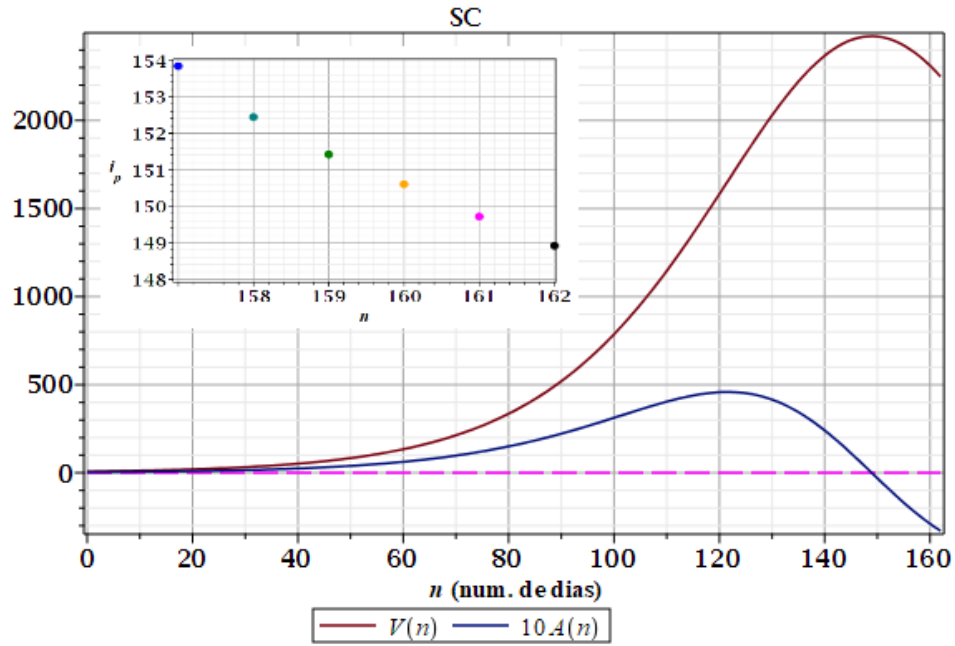


Figura 117: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{162}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Santa Catarina. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 149$.

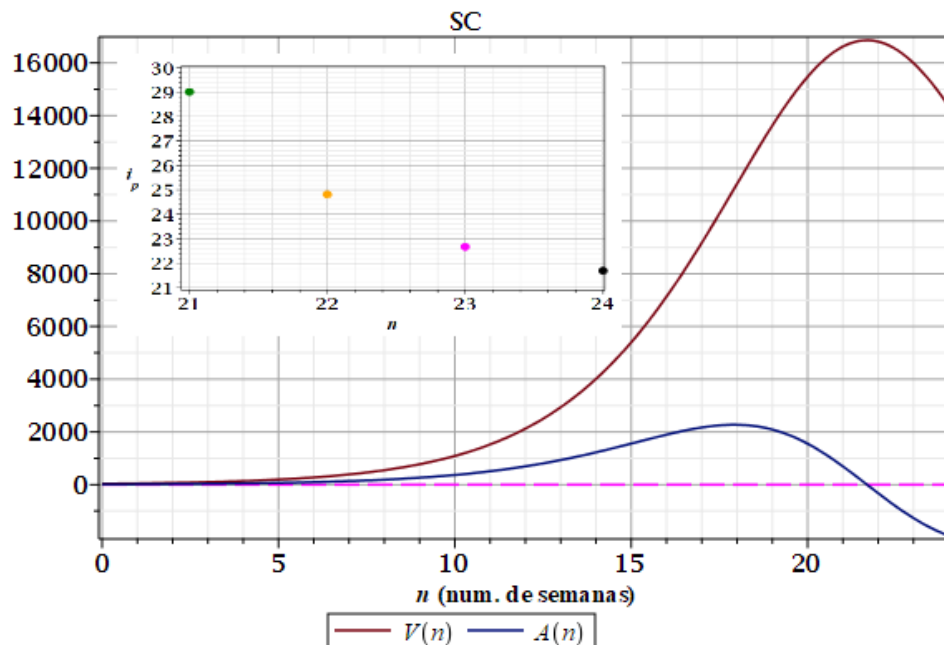


Figura 118: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{24}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Santa Catarina. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 21,7$.

VI.4.26. Paraná

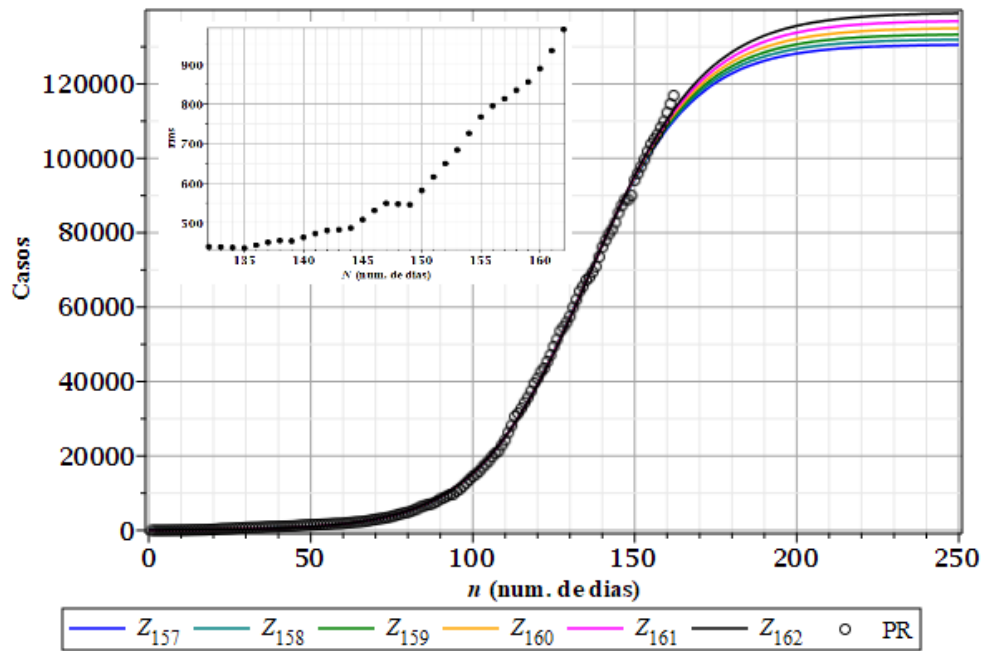


Figura 119: Casos diários de Covid-19 no estado do Paraná e rms (detalhe).

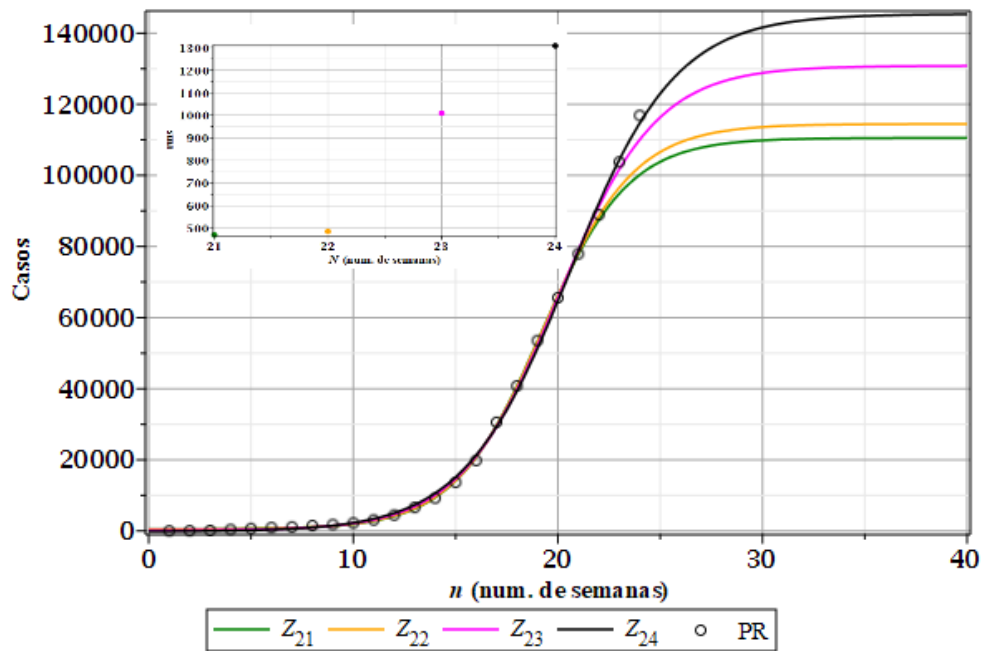


Figura 120: Casos semanais de Covid-19 no estado do Paraná e rms (detalhe).

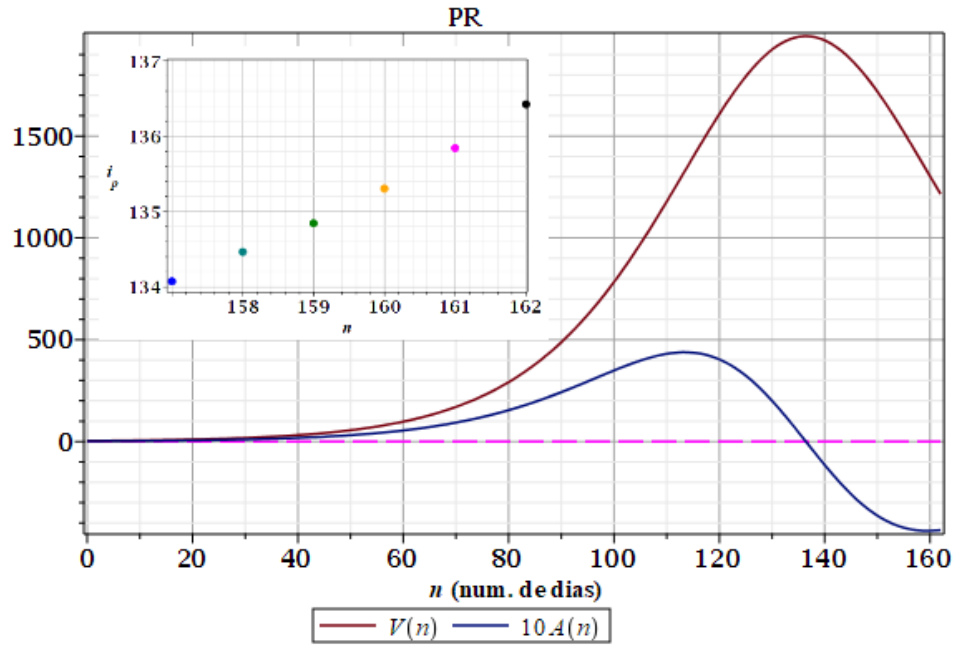


Figura 121: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{162}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Paraná. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 136$.

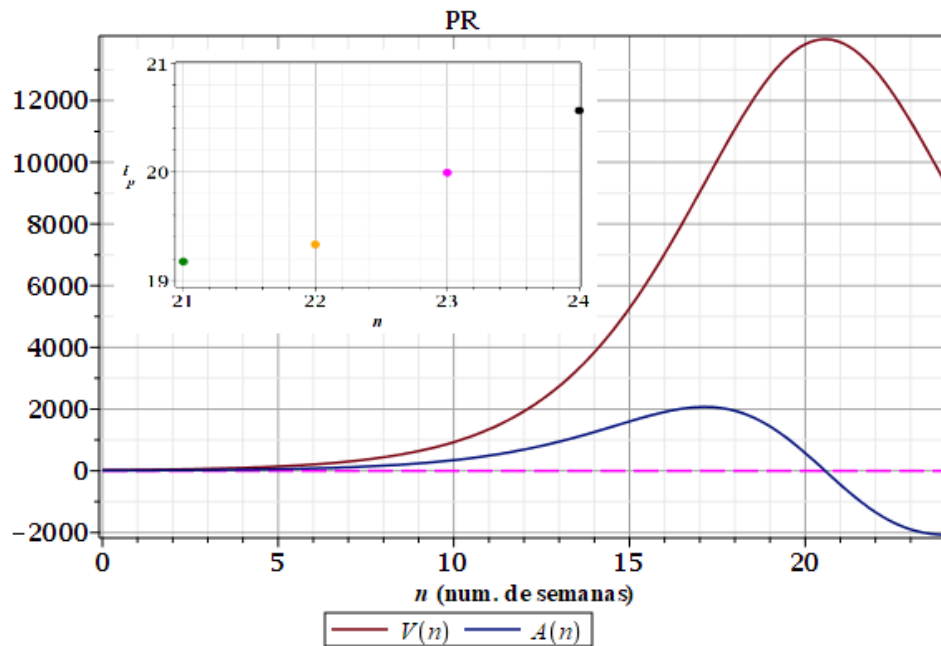
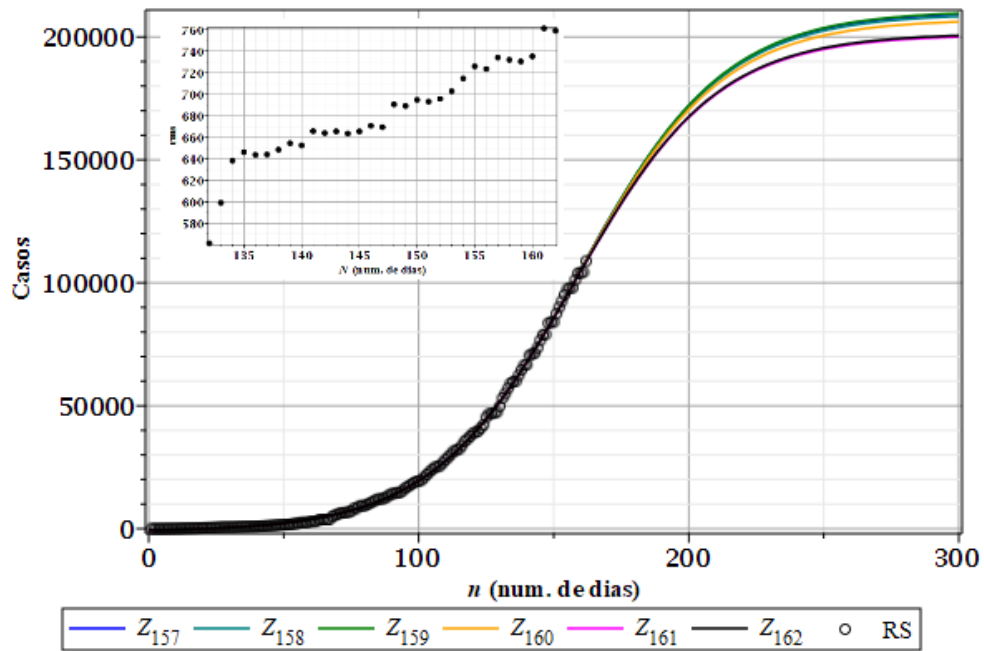
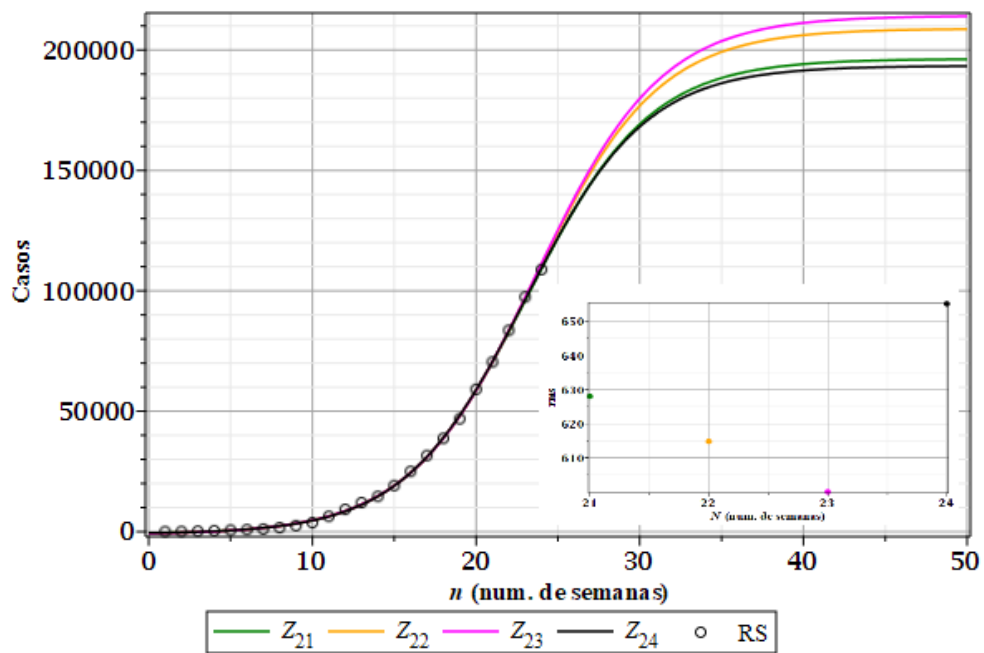


Figura 122: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{24}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Paraná. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 20,6$.

VI.4.27. Rio Grande do Sul

Figura 123: Casos diários de Covid-19 no estado do Rio Grande do Sul e *rms* (detalhe).Figura 124: Casos semanais de Covid-19 no estado do Rio Grande do Sul e *rms* (detalhe).

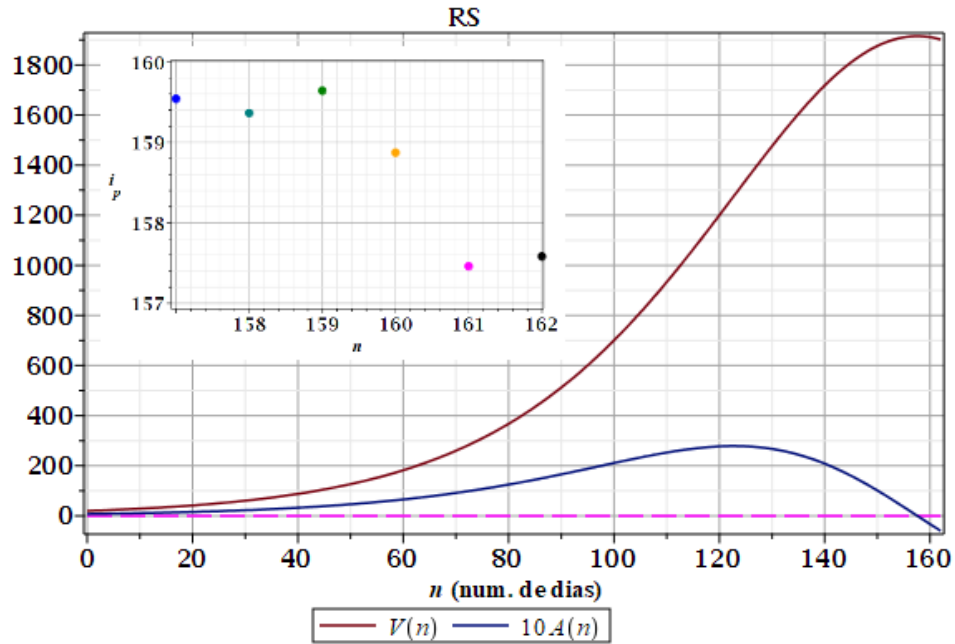


Figura 125: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{162}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio Grande do Sul. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 158$.

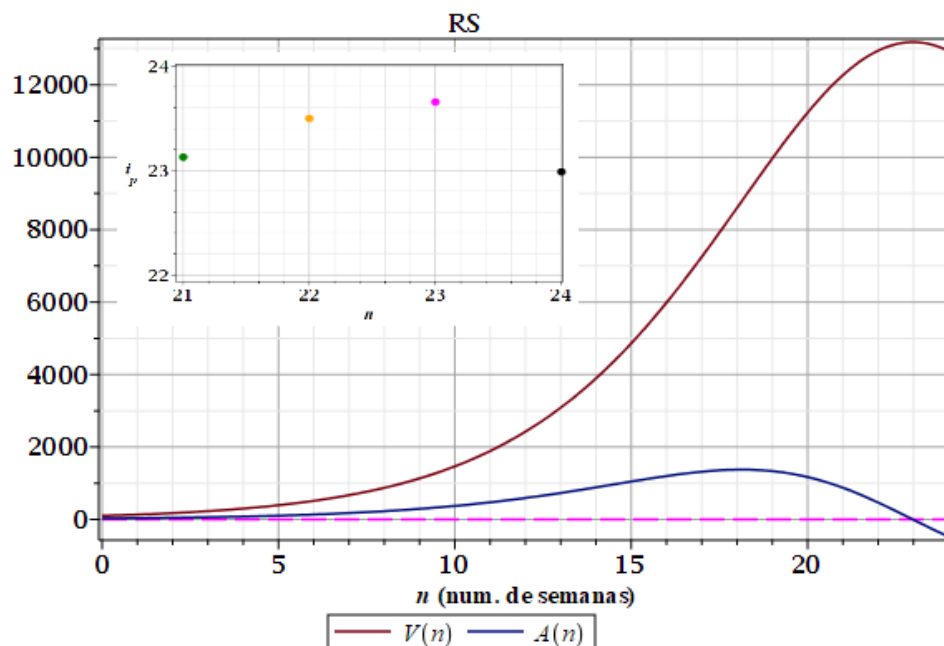


Figura 126: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{24}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio Grande do Sul. Curvas incompletas. Ponto de inflexão (instável): $n \approx 23$.