

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: 8 de Junho de 2020)

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.

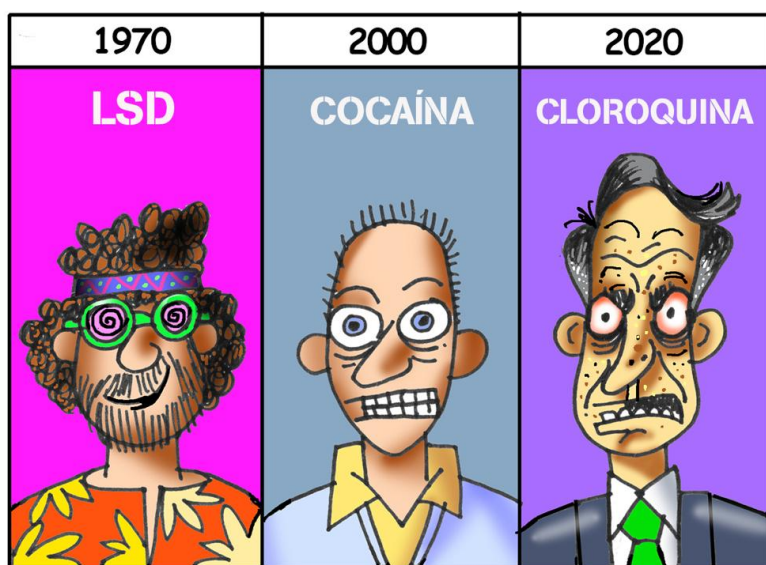
CONTEÚDO

I. Introdução	4
II. Curvas	4
II.1. Função modelo	4
II.2. Estratégias	5
II.3. Parâmetros	6
III. Casos modelos	7
III.1. China	7
III.2. Coreia do Sul	8
III.3. Nova Zelândia	9
IV. Brasil	9
IV.1. Sudeste	9
IV.1.1. São Paulo	9
IV.1.2. Rio de Janeiro	10
IV.1.3. Espírito Santo	10
IV.1.4. Minas Gerais	10
IV.2. Nordeste	10
IV.2.1. Ceará	10
IV.2.2. Maranhão	10
IV.2.3. Pernambuco	11
IV.2.4. Bahia	11
IV.2.5. Paraíba	11
IV.2.6. Alagoas	11

* sousa@ifsc.usp.br

IV.2.7. Rio Grande do Norte	11
IV.2.8. Sergipe	12
IV.2.9. Piauí	12
IV.3. Norte	12
IV.3.1. Pará	12
IV.3.2. Amazonas	12
IV.3.3. Amapá	13
IV.3.4. Acre	13
IV.3.5. Rondônia	13
IV.3.6. Tocantins	13
IV.3.7. Roraima	13
IV.4. Sul	14
IV.4.1. Rio Grande do Sul	14
IV.4.2. Santa Catarina	14
IV.4.3. Paraná	14
IV.5. Centro-Oeste	14
IV.5.1. Distrito Federal	14
IV.5.2. Goiás	14
IV.5.3. Mato Grosso	15
IV.5.4. Mato Grosso do Sul	15
V. Conclusões	15
VI. Figuras	16
VI.1. China	16
VI.2. Coreia do Sul	18
VI.3. Nova Zelândia	20
VI.4. Brasil	22
VI.4.1. São Paulo	24
VI.4.2. Rio de Janeiro	26
VI.4.3. Espírito Santo	28
VI.4.4. Minas Gerais	30
VI.4.5. Ceará	32
VI.4.6. Maranhão	34
VI.4.7. Pernambuco	36
VI.4.8. Bahia	38
VI.4.9. Paraíba	40
VI.4.10. Alagoas	42
VI.4.11. Rio Grande do Norte	44
VI.4.12. Sergipe	46
VI.4.13. Piauí	48
VI.4.14. Pará	50
VI.4.15. Amazonas	52
VI.4.16. Amapá	54
VI.4.17. Acre	56

VI.4.18. Rondônia	58
VI.4.19. Tocantins	60
VI.4.20. Roraima	62
VI.4.21. Rio Grande do Sul	64
VI.4.22. Santa Catarina	66
VI.4.23. Paraná	68
VI.4.24. Distrito Federal	70
VI.4.25. Goiás	72
VI.4.26. Mato Grosso	74
VI.4.27. Mato Grosso do Sul	76



Miguel Paiva, 247, 2020
Miguel Paiva, Insta, 2020

I. INTRODUÇÃO

Esperamos que o uso de uma função 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.

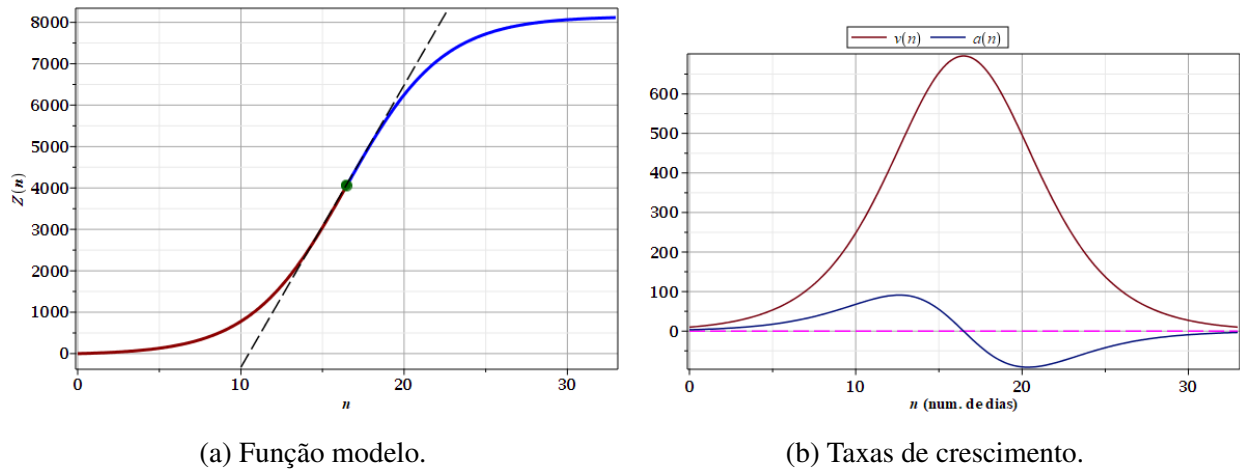


Figura 1: Função modelo (1) com seus dois platôs, o ponto de inflexão (ponto verde) e suas taxas de crescimento (velocidade e aceleração). Parâmetros: $a = 4086,9$, $d = 4057,2$, $b = 0,170$ e $c = 2,807$. Ponto de inflexão: $n = 16.48$.

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. Estratégias

Estratégia. A estratégia consiste em 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.

Conjecturas. As conjecturas seguintes formam a base das análises dos casos de Covid-19 e são justificadas na Seção III:

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

Conjectura 1: uma convergência monotônica indica uma possível estabilização.

Conjectura 2: uma diminuição gradativa no *rms* indica uma possível estabilização.

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

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

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);
 - (c) $A < 0$: a rapidez V está diminuindo e uma estabilização pode ser visualizada.

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** (até o dia 05/06/2020) e do portal **Dados Transparentes**.

As análises apresentadas aqui são atualizadas semanalmente no Moodle (versões em **Inglês**

e Português). 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.

III. CASOS MODELOS

III.1. China

A Figura 2 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 2). 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 2, 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 2 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 2). 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 2 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 3. 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 4 (diariamente) e 5 (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 6. Primeiro, aos nossos olhos pode parecer que a curva Z_{103} não é uma boa representação dos dados observados (círculos), pois aparenta concordar com os dados apenas em algumas partes. No entanto ela satisfaz as Conjecturas estabelecidas no caso da China: a curva Z_{103} é um limite inferior (as últimas cinco curvas estão praticamente superpostas a ela) e os desvios médios quadráticos (rms) têm diminuído gradativamente (veja o detalhe da Figura 6).

Segundo, os dados da Coreia do Sul apresentam uma novidade: oscilações em torno da curva global Z_{103} . Estas oscilações são tão fortes que permitem uma análise com três ondas de casos de contaminação. A primeira onda Z_a dura até o dia 30. A segunda onda Z_b está compreendida entre os dias 31 e 80. A terceira onda Z_c inicia no dia 80, há três semanas atrás. Extrapolamos o final da curva Z_a e o início da curva Z_b para verificar que estes platôs estão praticamente na mesma altura. Esta descrição usando várias ondas (curvas) agrada muito mais aos nossos olhos. Do ponto de vista prático, o processo de contaminação poderia ter se estabilizado na primeira ou na segunda onda. Felizmente esta última onda parece estar sob controle, com uma intensidade muito menor que as demais. Vários motivos podem levar ao surgimento de novas ondas. Talvez o principal motivo seja um relaxamento precoce nas medidas de contenção à epidemia. **Conjectura 4: oscilações nos dados podem indicar a presença de múltiplas ondas de contaminação.**

A Figura 7 mostra o comportamento dos casos acumulados semanalmente, sem o uso de múltiplas ondas. Mesmo assim, nota-se uma aglomeração das últimas cinco curvas, embora elas não estejam tão próximas como no caso da China. Note também no detalhe o rms diminuindo até um mínimo e depois subindo. Esta subida se deve à última onda que está em andamento.

As taxas de crescimento diários, rapidez $v(n)$ e aceleração $a(n)$, estão nas Figuras 8 (global) e 9 (primeira onda). Note que estas curvas estão incompletas na parte inicial na Figura 8, pois está faltando “pedaços”. Isto ocorre porque a curva global Z_{103} , da qual as taxas na Figura 8 foram derivadas, não descreve muito bem os dados no início, como podemos ver na Figura 6. No entanto, estas curvas indicam um ponto de inflexão em torno do dia 15 e uma estabilização a partir do dia 70, muito próximos da realidade. A Figura 9 mostra as taxas de crescimento diários derivadas da curva Z_a que descreve a primeira onda mostrada na Figura 6. Note que estas taxas estão completas, indicam um ponto de inflexão em torno do dia 17 e uma estabilização a partir do dia 40. Entretanto, devido a novas ondas, a estabilização definitiva (até o momento) ocorreu somente a partir do dia 70.

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 10 (casos diários) e 11 (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 12 (casos diários) e 13 (casos semanais) mostram as taxas de crescimento, completíssimas. O ponto de inflexão ocorreu no dia 33 (semana 5.5). Por isso, usamos a curva global da Nova Zelândia para ilustrar a função modelo (1) na Figura 1.

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 1–4 (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 14 e 15, 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 14 e 15 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_{100} e Z_{15} , estão mostradas nas Figuras 16 (diariamente) e 17 (semanalmente). Note que estas curvas estão incompletas (no lado direito) e informam que o ponto de inflexão ainda não foi atingido. Não obstante, a aceleração $a(n)$ está indicando que passou pelo seu valor máximo e está prestes a atingir o valor nulo (um pouco mais visível na Figura 17). 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 18 (acumulados diariamente) e 19 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 20 (diariamente) e 21 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão ainda não foi atingido. A aceleração passou pelo seu máximo recentemente e a rapidez está a caminho de seu valor máximo.

IV.1.2. Rio de Janeiro

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Rio de Janeiro estão mostradas nas Figuras 22 (acumulados diariamente) e 23 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 24 (diariamente) e 25 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão foi atingido nesta última semana (14). A aceleração está em torno de zero e a rapidez está no seu valor máximo.

IV.1.3. Espírito Santo

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Espírito Santo estão mostradas nas Figuras 26 (acumulados diariamente) e 27 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 28 (diariamente) e 29 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão ainda não foi atingido. A aceleração está em torno de seu valor máximo. A rapidez está a caminho de seu valor máximo.

IV.1.4. Minas Gerais

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Minas Gerais estão mostradas nas Figuras 30 (acumulados diariamente) e 31 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 32 (diariamente) e 33 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão ainda não foi atingido. A aceleração está longe de seu máximo. A rapidez está a caminho de seu valor máximo.

IV.2. Nordeste

IV.2.1. Ceará

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Ceará estão mostradas nas Figuras 34 (acumulados diariamente) e 35 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 36 (diariamente) e 37 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. No entanto, o ponto de inflexão será atingido em breve (por volta do dia 85, semana 12). A aceleração está em torno de zero e a rapidez está em torno de seu valor máximo. Há oscilações nos dados, as quais mudam o comportamento destas curvas frequentemente.

IV.2.2. Maranhão

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Maranhão estão mostradas nas Figuras 38 (acumulados diariamente) e 39 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento,

rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 40 (diariamente) e 41 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão foi atingido recentemente (dia 78, semana 11.9) e a rapidez está em torno de seu valor máximo.

IV.2.3. Pernambuco

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Pernambuco estão mostradas nas Figuras 42 (acumulados diariamente) e 43 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 44 (diariamente) e 45 (semanalmente). Há indicações de estabilidade. O ponto de inflexão já foi atingido (por volta do dia 71, semana 10.8). A aceleração está negativa e a rapidez está diminuindo.

IV.2.4. Bahia

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado da Bahia estão mostradas nas Figuras 46 (acumulados diariamente) e 47 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 48 (diariamente) e 49 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. Há oscilações nos dados, as quais mudam o comportamento destas curvas frequentemente. Há uma inconsistência entre os dados diários e semanais.

IV.2.5. Paraíba

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado da Paraíba estão mostradas nas Figuras 50 (acumulados diariamente) e 51 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 52 (diariamente) e 53 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. No entanto, o ponto de inflexão está prestes a ser atingido. A aceleração está em torno de zero.

IV.2.6. Alagoas

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Alagoas estão mostradas nas Figuras 54 (acumulados diariamente) e 55 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 56 (diariamente) e 57 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade e nem do ponto de inflexão. Há oscilações nos dados, as quais mudam o comportamento destas curvas frequentemente. Os dados semanais parecem inconsistentes com os dados diários.

IV.2.7. Rio Grande do Norte

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Rio Grande do Norte estão mostradas nas Figuras 58 (acumulados diariamente) e 59 (acumulados semanalmente). As taxas de

crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 60 (diariamente) e 61 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão pode estar ocorrendo neste momento.

IV.2.8. Sergipe

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Sergipe estão mostradas nas Figuras 62 (acumulados diariamente) e 63 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 64 (diariamente) e 65 (semanalmente). Há indicações (fracas) de estabilidade. Há oscilações nos dados, as quais mudam o comportamento destas curvas semanalmente. O ponto de inflexão foi atingido (por volta do dia 65, semana 10.3). A aceleração está em torno de seu ponto mínimo (máxima desaceleração) e a rapidez está diminuindo rapidamente.

IV.2.9. Piauí

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Piauí estão mostradas nas Figuras 66 (acumulados diariamente) e 67 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 68 (diariamente) e 69 (semanalmente). Ainda não há indicações de estabilidade. O ponto de inflexão ainda não foi atingido. A aceleração está em torno de seu máximo. Há oscilações nos dados, as quais mudam o comportamento destas curvas frequentemente.

IV.3. Norte

IV.3.1. Pará

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Pará estão mostradas nas Figuras 70 (acumulados diariamente) e 71 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 72 (diariamente) e 73 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. No entanto, o ponto de inflexão foi alcançado recentemente (por volta do dia 75, semana 11.5). A aceleração está em torno de zero e a rapidez em torno de seu valor máximo.

IV.3.2. Amazonas

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Amazonas estão mostradas nas Figuras 74 (acumulados diariamente) e 75 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 76 (diariamente) e 77 (semanalmente). Ainda não há indicações fortes de estabilidade. No entanto, o ponto de inflexão foi alcançado recentemente (por volta do dia 67, semana 10.2). A aceleração está em torno de seu valor mínimo, diminuindo a rapidez.

IV.3.3. Amapá

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Amapá estão mostradas nas Figuras 78 (acumulados diariamente) e 79 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 80 (diariamente) e 81 (semanalmente). Não há indicações de estabilidade. O ponto de inflexão pode estar sendo atingido neste momento. A aceleração está em torno de zero e a rapidez em torno de seu máximo.

IV.3.4. Acre

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Acre estão mostradas nas Figuras 82 (acumulados diariamente) e 83 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 84 (diariamente) e 85 (semanalmente). Ainda não há indicações de estabilidade. No entanto, o ponto de inflexão foi alcançado recentemente (por volta do dia 68, semana). A aceleração está em torno de seu valor mínimo e a rapidez diminuindo.

IV.3.5. Rondônia

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Rondônia estão mostradas nas Figuras 86 (acumulados diariamente) e 87 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 88 (diariamente) e 89 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade e o ponto de inflexão ainda não foi alcançado. Há fortes oscilações nos dados.

IV.3.6. Tocantins

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Tocantins estão mostradas nas Figuras 90 (acumulados diariamente) e 91 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 92 (diariamente) e 93 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão foi alcançado por volta do dia 71 (semana 10.8). A aceleração está negativa e a rapidez está diminuindo.

IV.3.7. Roraima

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Roraima estão mostradas nas Figuras 94 (acumulados diariamente) e 95 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 96 (diariamente) e 97 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade e o ponto de inflexão ainda não foi alcançado. Há fortes oscilações nos dados. Os dados semanais parecem inconsistentes com os dados diários.

IV.4. Sul

IV.4.1. Rio Grande do Sul

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Rio Grande do Norte estão mostradas nas Figuras 98 (acumulados diariamente) e 99 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 100 (diariamente) e 101 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão pode estar próximo. Os dados semanais parecem inconsistentes com os dados diários.

IV.4.2. Santa Catarina

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Santa Catarina estão mostradas nas Figuras 102 (acumulados diariamente) e 103 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 104 (diariamente) e 105 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade. O ponto de inflexão pode estar próximo. A aceleração passou pelo seu máximo recentemente e a rapidez está em crescimento rápido.

IV.4.3. Paraná

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Paraná estão mostradas nas Figuras 106 (acumulados diariamente) e 107 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 108 (diariamente) e 109 (semanalmente). Há fortes oscilações nos dados diários, nenhuma indicação de estabilidade e nem do ponto de inflexão.

IV.5. Centro-Oeste

IV.5.1. Distrito Federal

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Distrito Federal estão mostradas nas Figuras 110 (acumulados diariamente) e 111 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 112 (diariamente) e 113 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade e nem do ponto de inflexão.

IV.5.2. Goiás

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado de Goiás estão mostradas nas Figuras 114 (acumulados diariamente) e 115 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento,

rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 116 (diariamente) e 117 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade e nem do ponto de inflexão.

IV.5.3. Mato Grosso

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Mato Grosso estão mostradas nas Figuras 118 (acumulados diariamente) e 119 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 120 (diariamente) e 121 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade e nem do ponto de inflexão.

IV.5.4. Mato Grosso do Sul

As curvas descrevendo os casos de Covid-19 no estado do Mato Grosso do Sul estão mostradas nas Figuras 122 (acumulados diariamente) e 123 (acumulados semanalmente). As taxas de crescimento, rapidez $V(n)$ e aceleração $A(n)$, derivadas das curvas mais recentes, estão mostradas nas Figuras 124 (diariamente) e 125 (semanalmente). Há nenhuma indicação de estabilidade e nem do ponto de inflexão.

V. CONCLUSÕES

Estas conclusões, com base nas curvas determinadas, podem mudar rapidamente com as oscilações que surgem nos dados.

Neste momento, Pernambuco, Sergipe, Acre e Tocantins confirmam que passaram pelos seus pontos de inflexão. Ceará, Maranhão, Amazonas, Pará, Amapá, Rio Grande do Sul e Santa Catarina podem estar passando pelos seus pontos de inflexão. A rapidez do surgimento de novos casos está diminuindo nestes estados que atingiram seus pontos de inflexão.

Neste momento, a aceleração está em torno de seu ponto máximo nos estados de São Paulo, Espírito Santo e Piauí. A aceleração está em torno de zero no Rio de Janeiro, na Paraíba e no Rio Grande do Norte.

Nos demais estados, a rapidez do surgimento de novos casos está aumentando aceleradamente, com uma aceleração também aumentando. O pior cenário possível.

VI. FIGURAS

VI.1. China

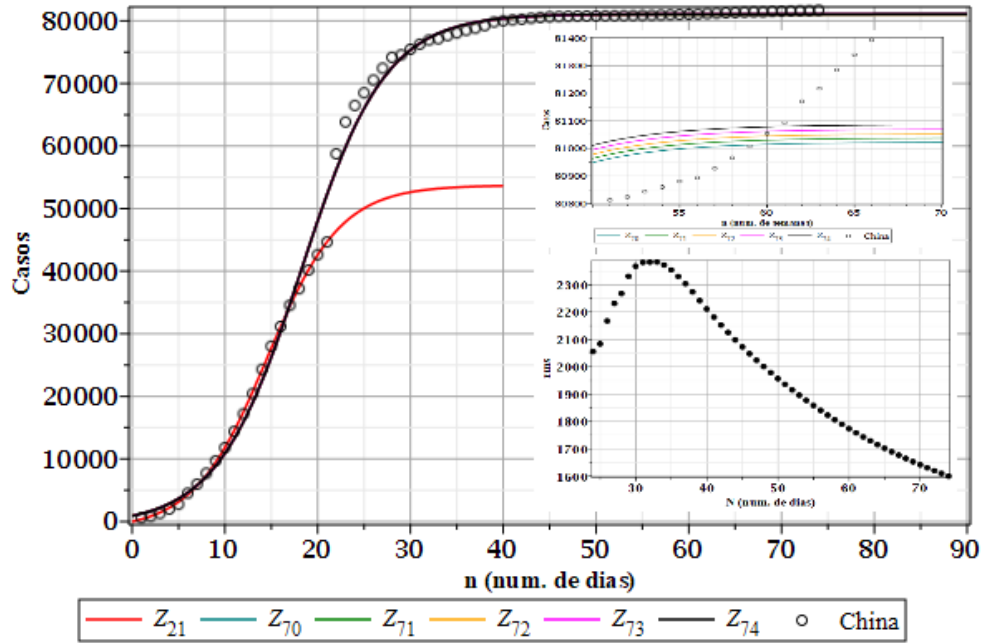


Figura 2: Casos diários de Covid-19 na China e *rms* (detalhe). $Z_{74} = 40823 \tanh(0,110n - 2,005) + 40264$.

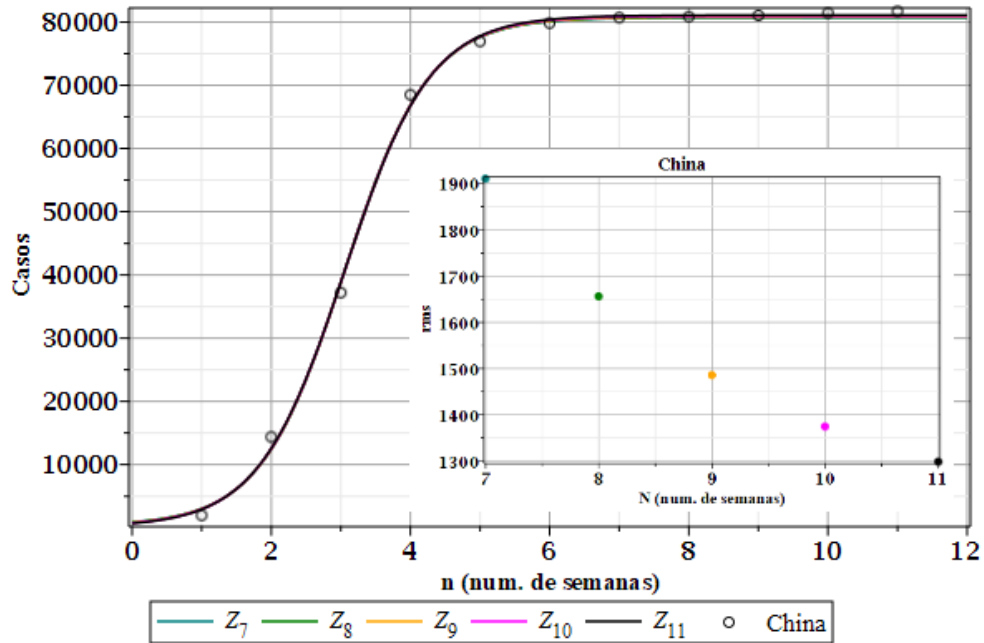


Figura 3: Casos semanais de Covid-19 na China e *rms* (detalhe). $Z_{11} = 40466 \tanh(0,811n - 2,477) + 40611$.

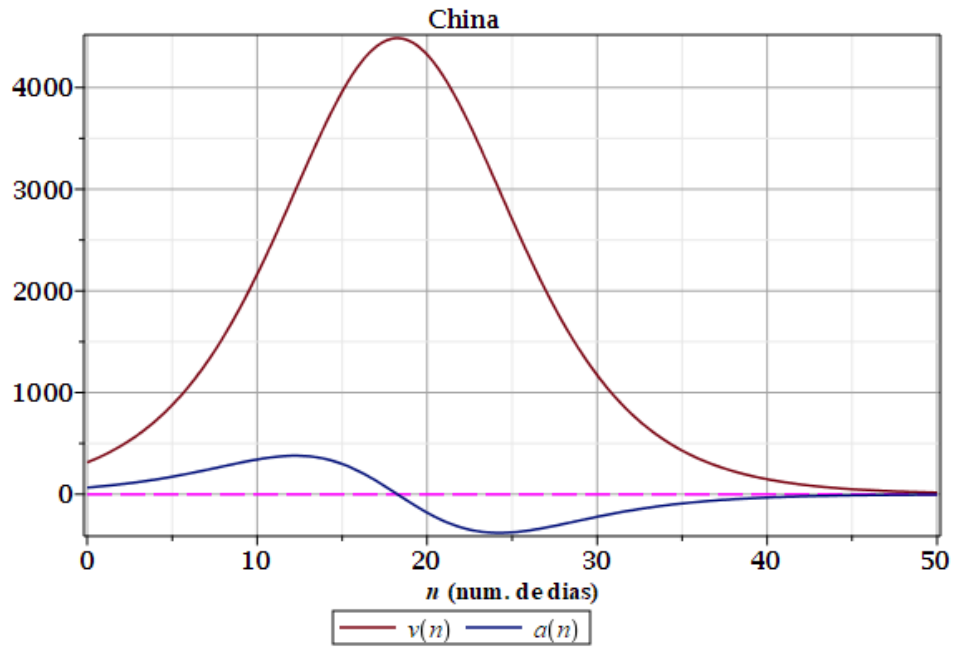


Figura 4: Taxas de crescimento diárias para a curva $Z_{74} = 40823 \tanh(0,110n - 2,005) + 40264$ descrevendo casos de Covid-19 na China. Curvas completas. Ponto de inflexão: $n \approx 18$.

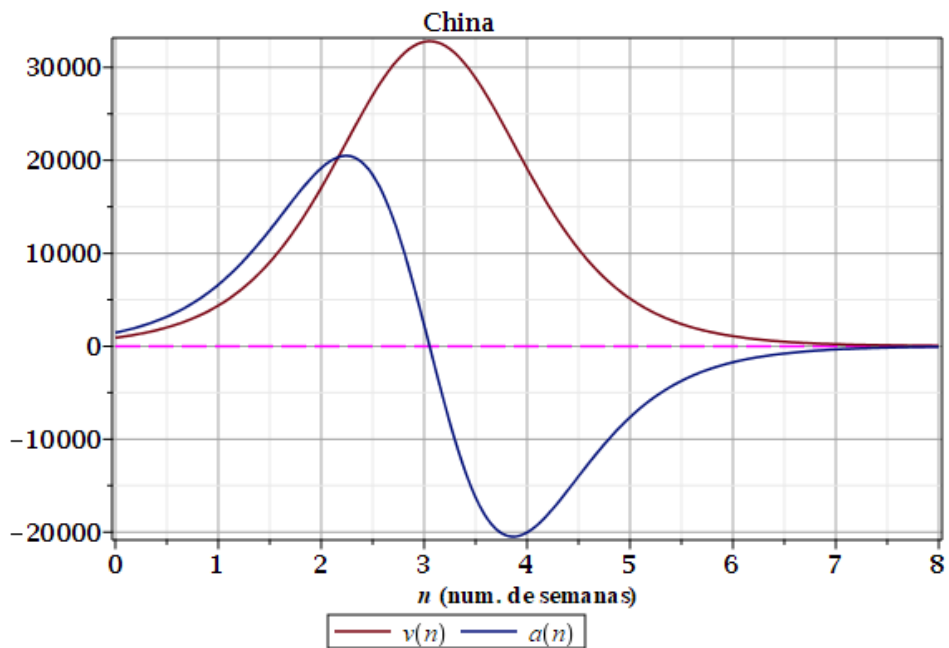


Figura 5: Taxas de crescimento semanais para a curva $Z_{11} = 40466 \tanh(0,811n - 2,477) + 40611$ descrevendo casos de Covid-19 na China. Curvas completas. Ponto de inflexão: $n \approx 3$.

VI.2. Coreia do Sul

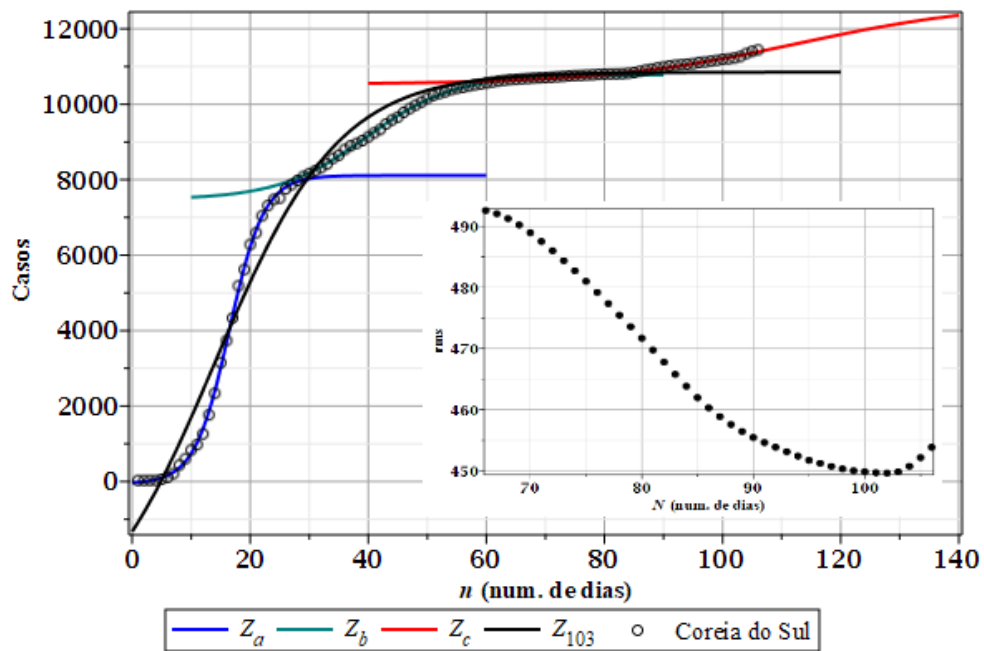


Figura 6: Casos diários de Covid-19 na Coreia do Sul e rms (detalhe). Terceira onda: $Z_c = 1659 \tanh(0,024n - 3,045) + 12111$. Global: $Z_{103} = 7676 \tanh(0,048n - 0,672) + 3175$.

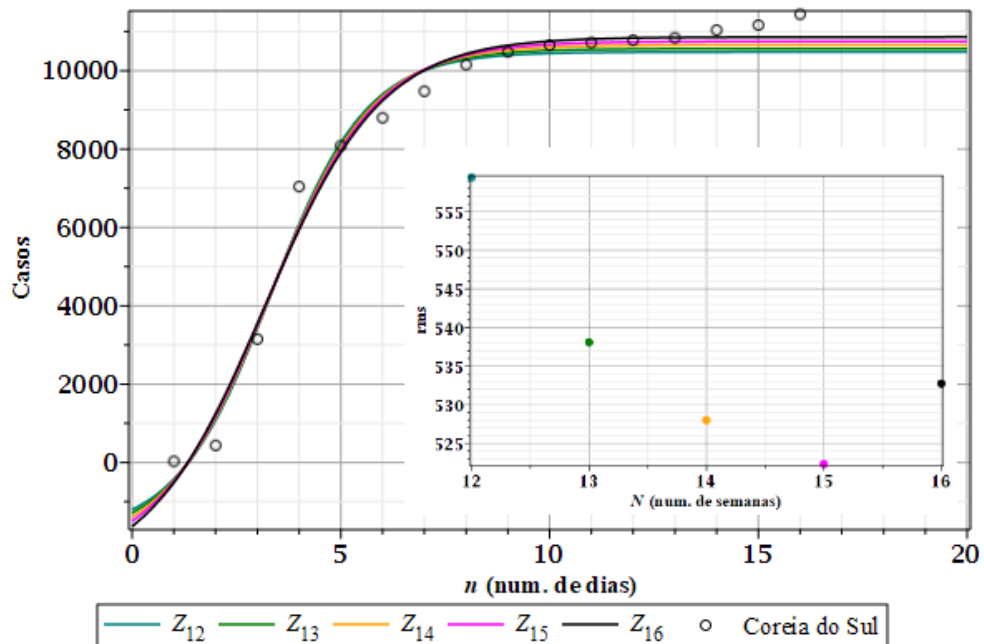


Figura 7: Casos semanais de Covid-19 na Coreia do Sul e rms (detalhe). $Z_{16} = 6900 \tanh(0,356n - 1,128) + 3960$.

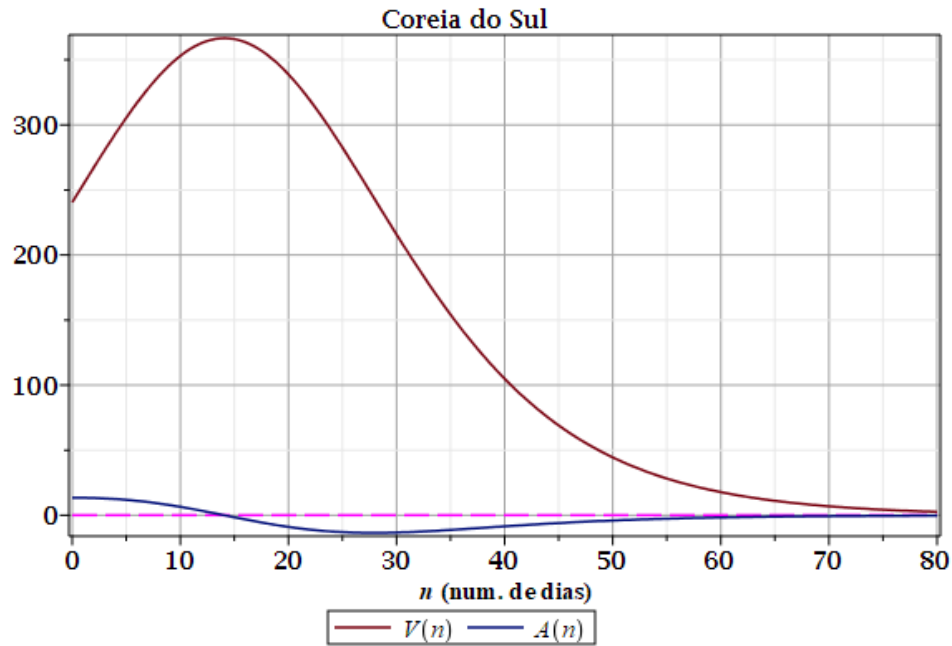


Figura 8: Taxas de crescimento diários para a curva Z_{103} descrevendo casos de Covid-19 na Coreia do Sul. Curvas quase-completas. Ponto de inflexão: $n \approx 14$.

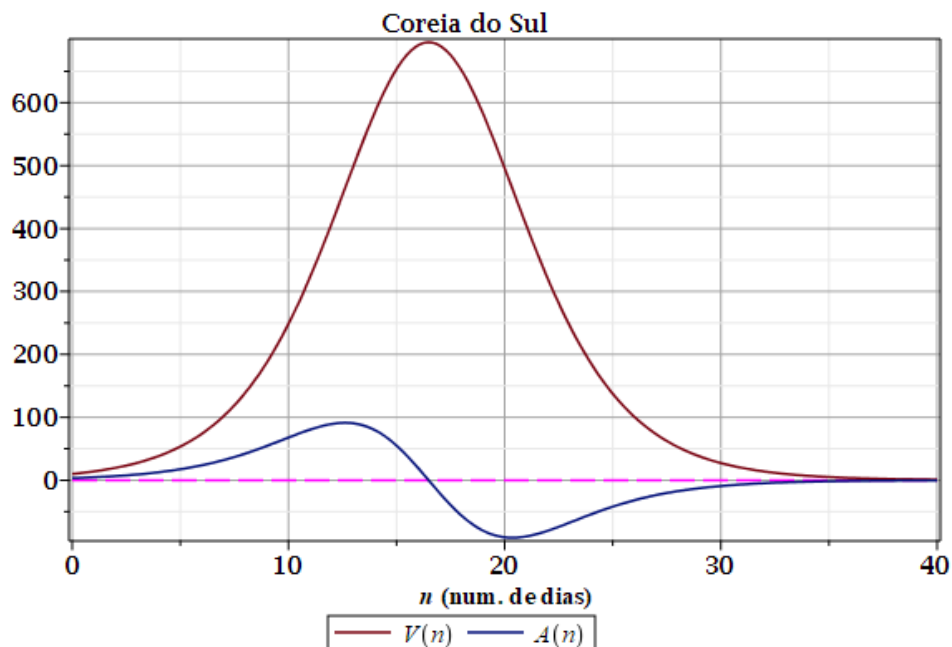


Figura 9: Taxas de crescimento diários para a curva $Z_a = 4087 \tanh(0,170n - 2,807) + 4024$ descrevendo a primeira onda dos casos de Covid-19 na Coreia do Sul. Curvas completas. Ponto de inflexão: $n \approx 16,5$.

VI.3. Nova Zelândia

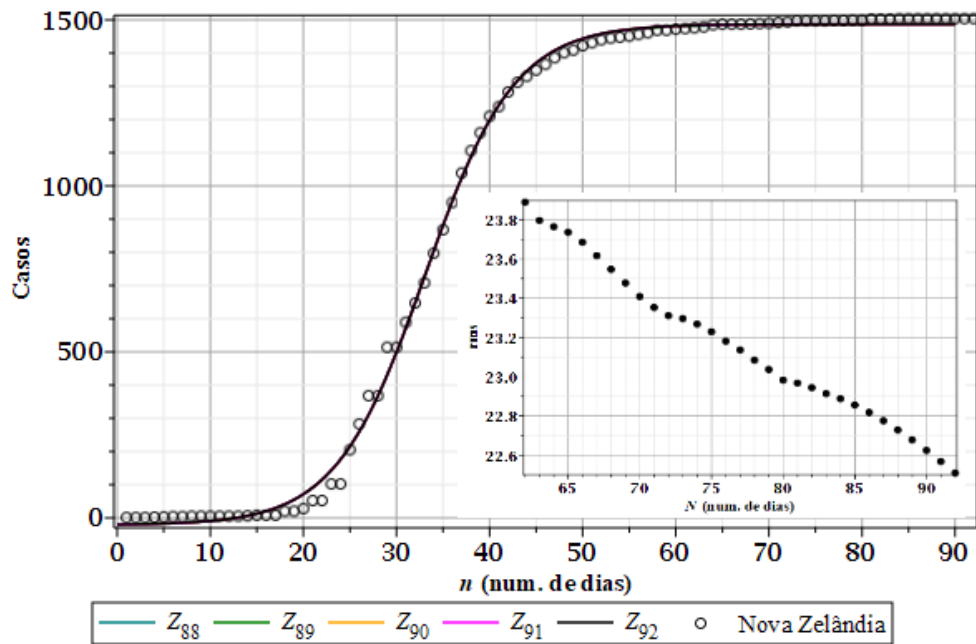


Figura 10: Casos diários de Covid-19 na Nova Zelândia e rms (detalhe). $Z_{92}(n) = 755 \tanh(0, 104n - 3, 438) + 733$.

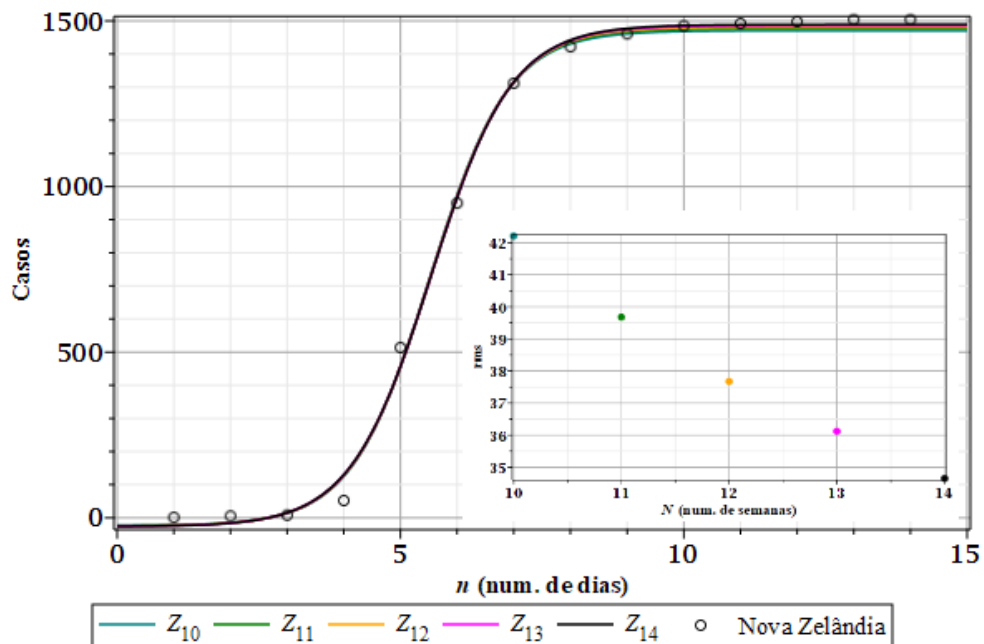


Figura 11: Casos semanais de Covid-19 na Nova Zelândia e rms (detalhe). $Z_{14}(n) = 758 \tanh(0, 701n - 3, 884) + 731$.

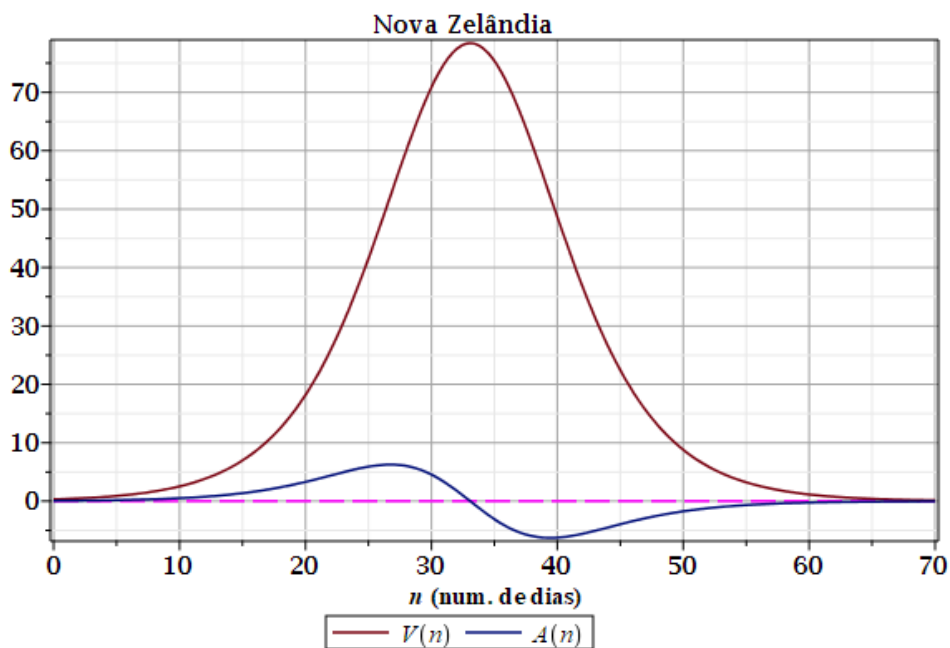


Figura 12: Taxas de crescimento diárias para a curva Z_{92} descrevendo casos de Covid-19 na Nova Zelândia em Cuba. Curvas completas. Ponto de inflexão: $n \approx 33$.

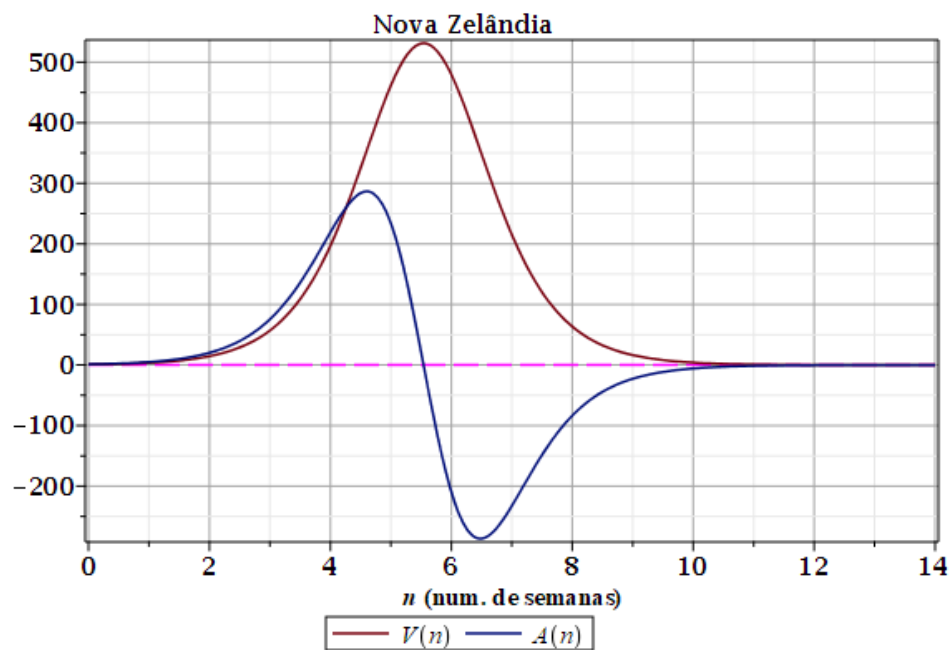


Figura 13: Taxas de crescimento semanais para a curva $Z_{14}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 na Nova Zelândia. Curvas completas. Ponto de inflexão: $n \approx 5,5$.

VI.4. Brasil

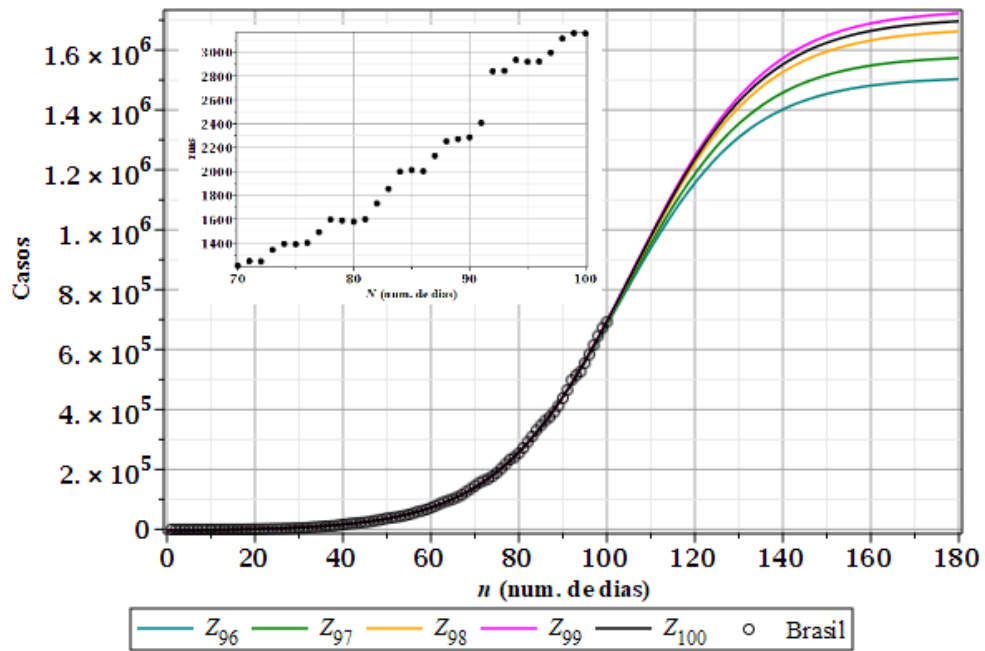


Figura 14: Casos diários de Covid-19 no Brasil e *rms* (detalhe).

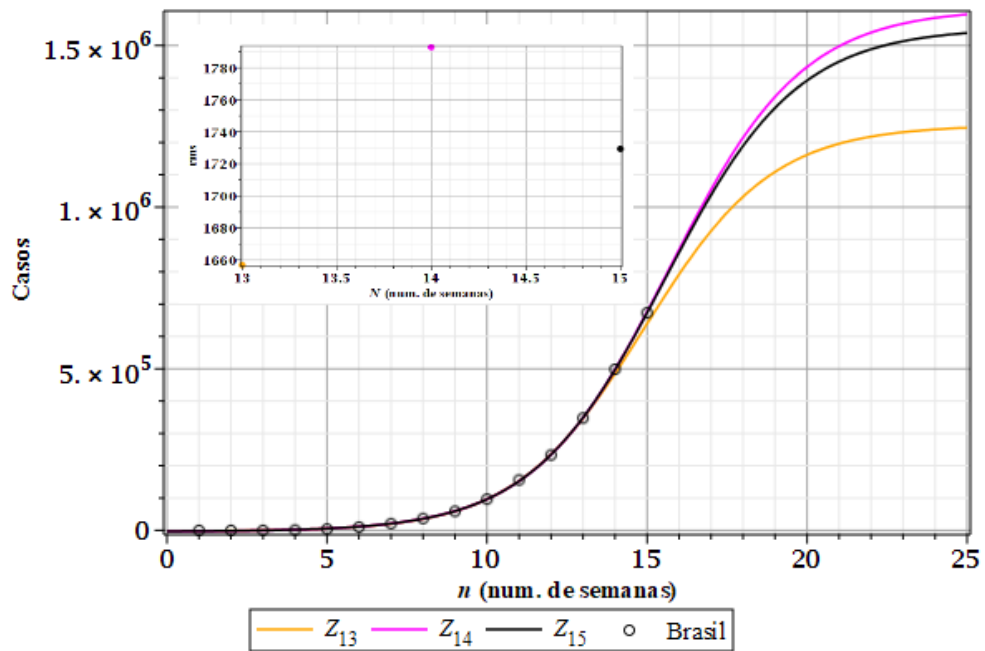


Figura 15: Casos semanais de Covid-19 no Brasil e *rms* (detalhe).

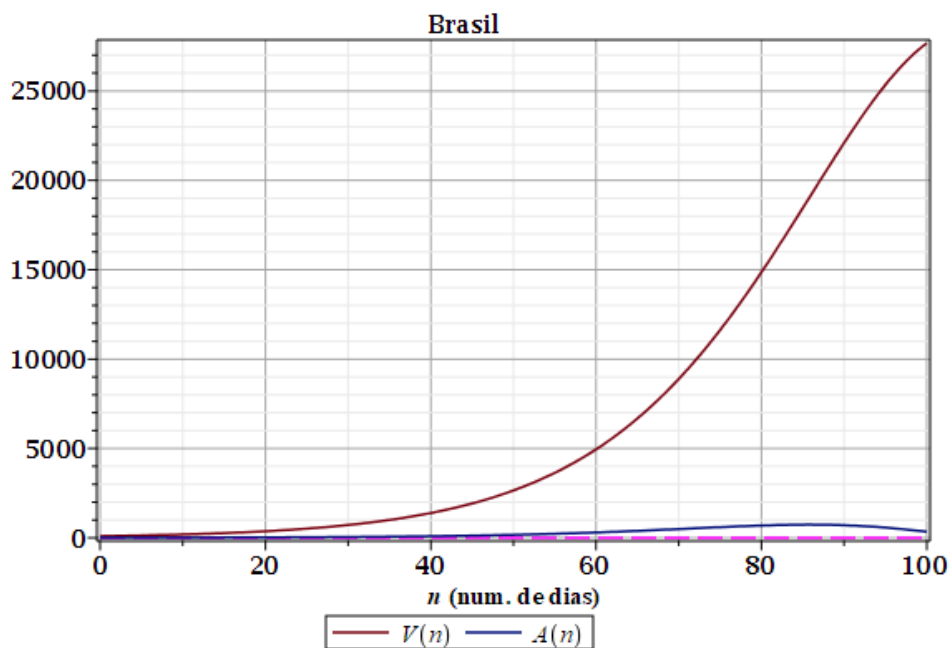


Figura 16: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{100}(n)$ descrevendo casos diários de Covid-19 no Brasil. Curvas muito incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

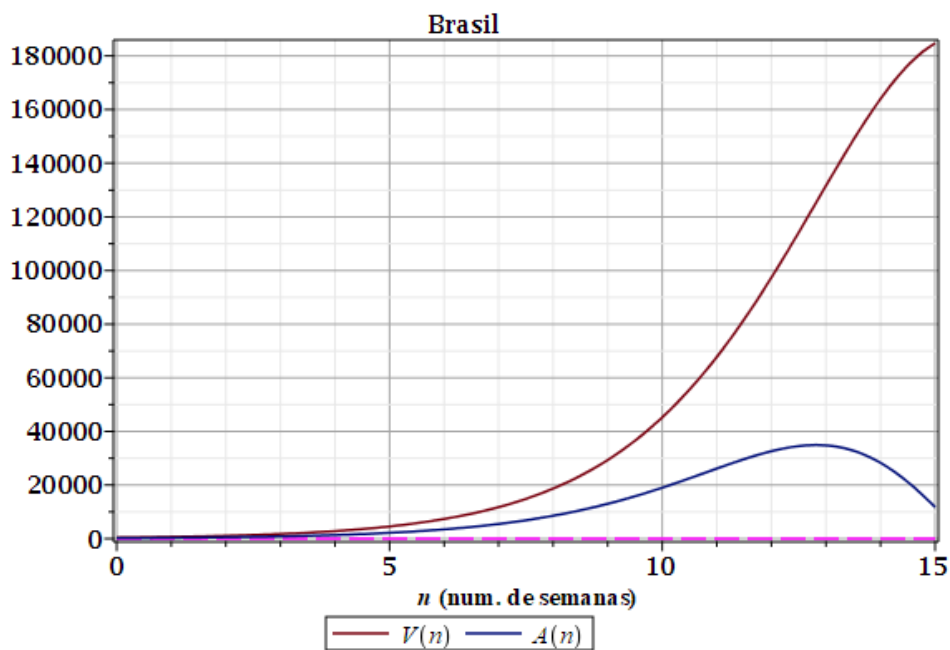


Figura 17: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{15}(n)$ descrevendo casos semanais de Covid-19 no Brasil. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.1. São Paulo

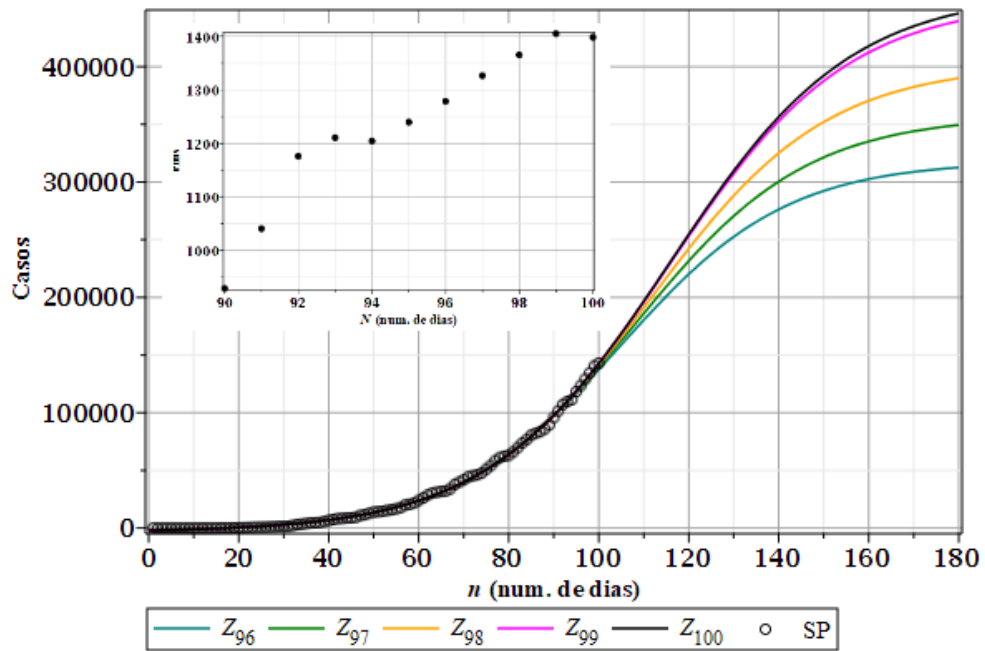


Figura 18: Casos diários de Covid-19 no estado de São Paulo e *rms* (detalhe).

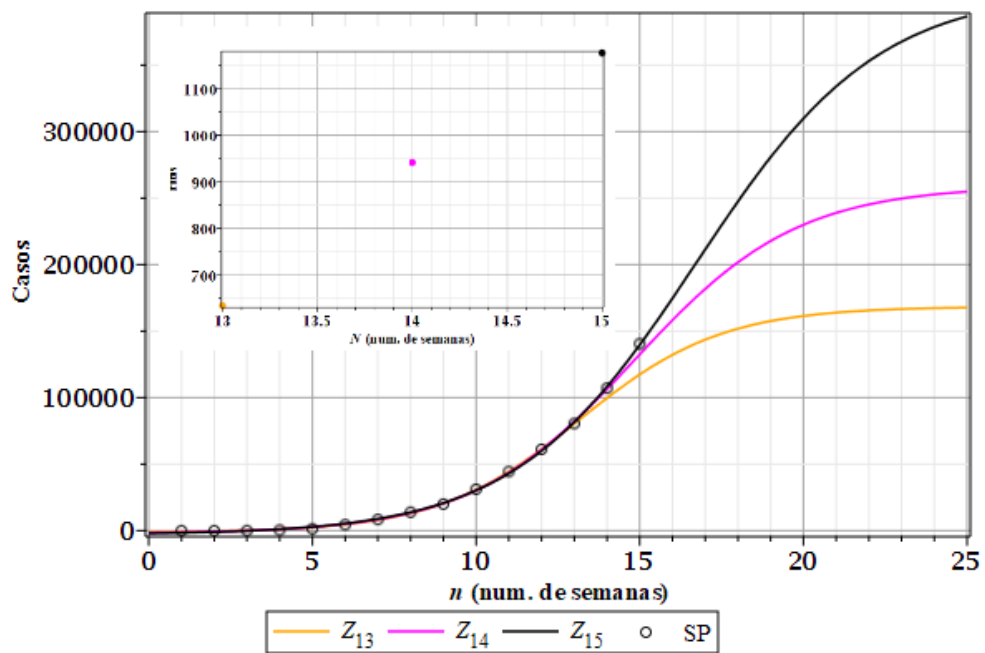


Figura 19: Casos semanais de Covid-19 no estado de São Paulo e *rms* (detalhe).

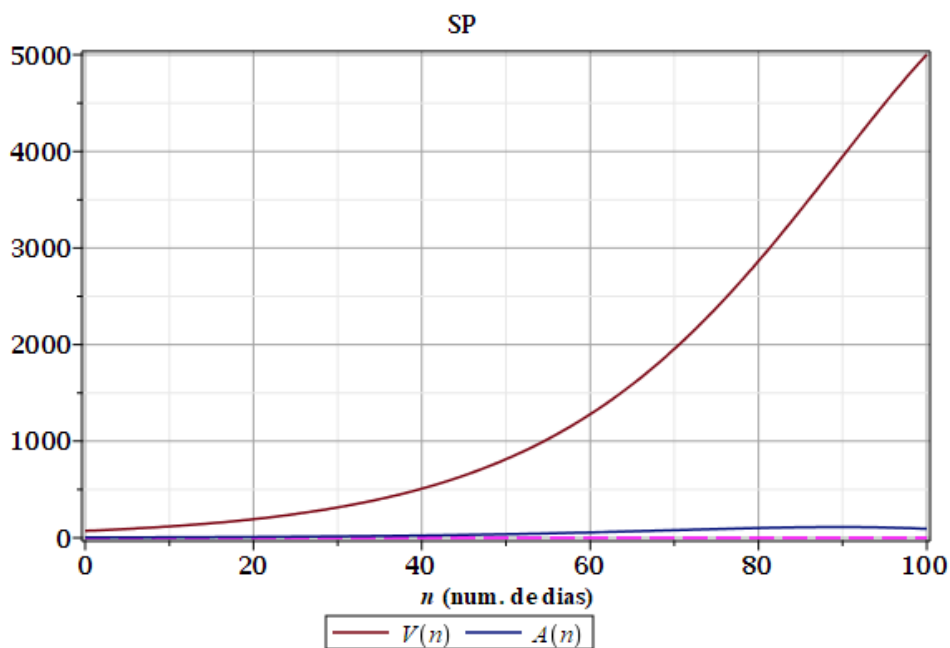


Figura 20: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{100}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em São Paulo. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

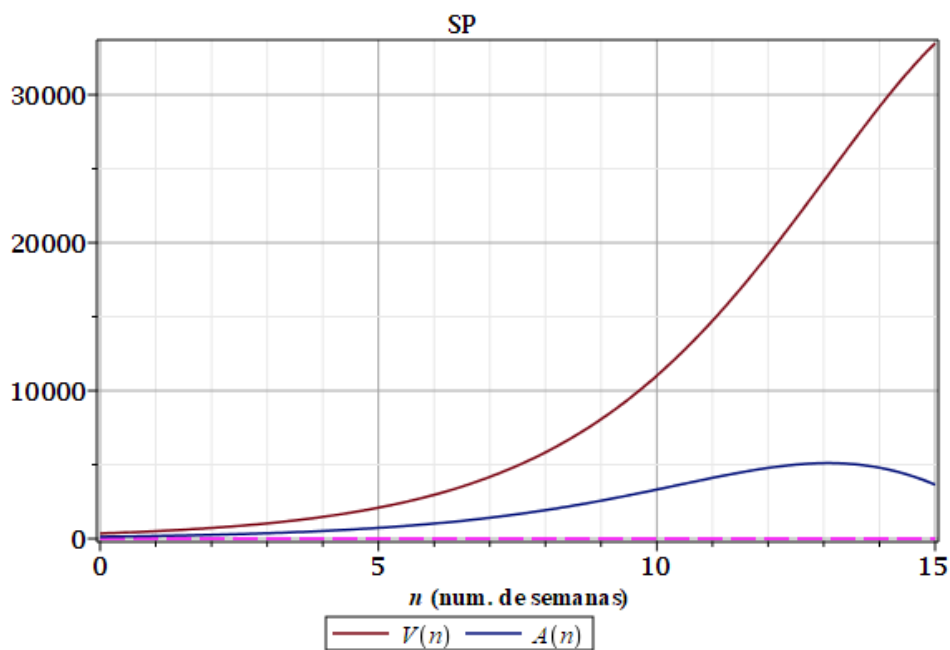


Figura 21: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{15}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em São Paulo. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.2. Rio de Janeiro

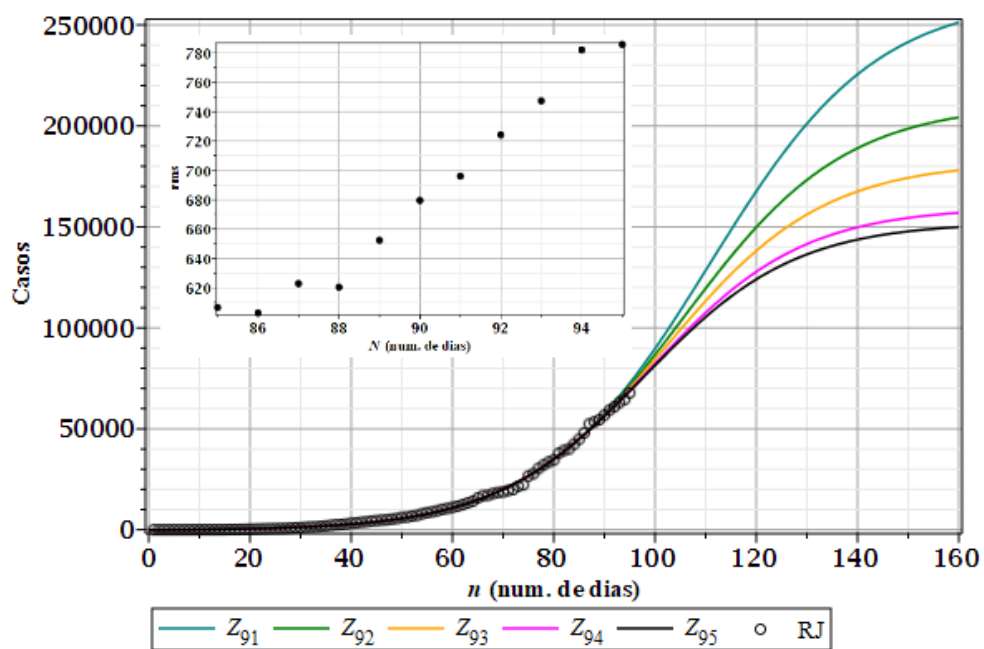


Figura 22: Casos diários de Covid-19 no estado do Rio de Janeiro e rms (detalhe).

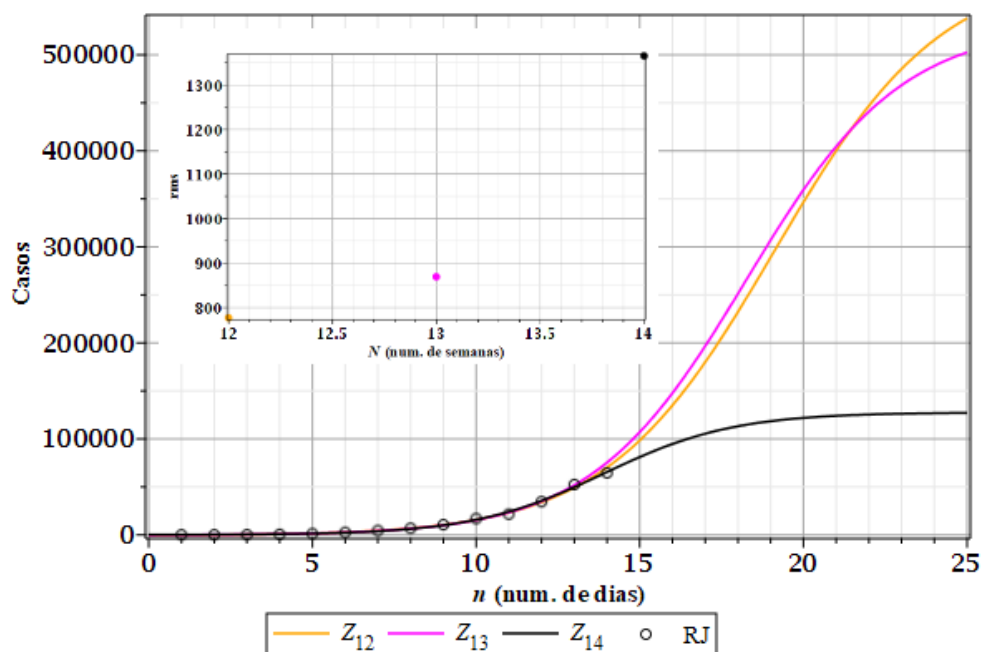


Figura 23: Casos semanais de Covid-19 no estado do Rio de Janeiro e rms (detalhe).

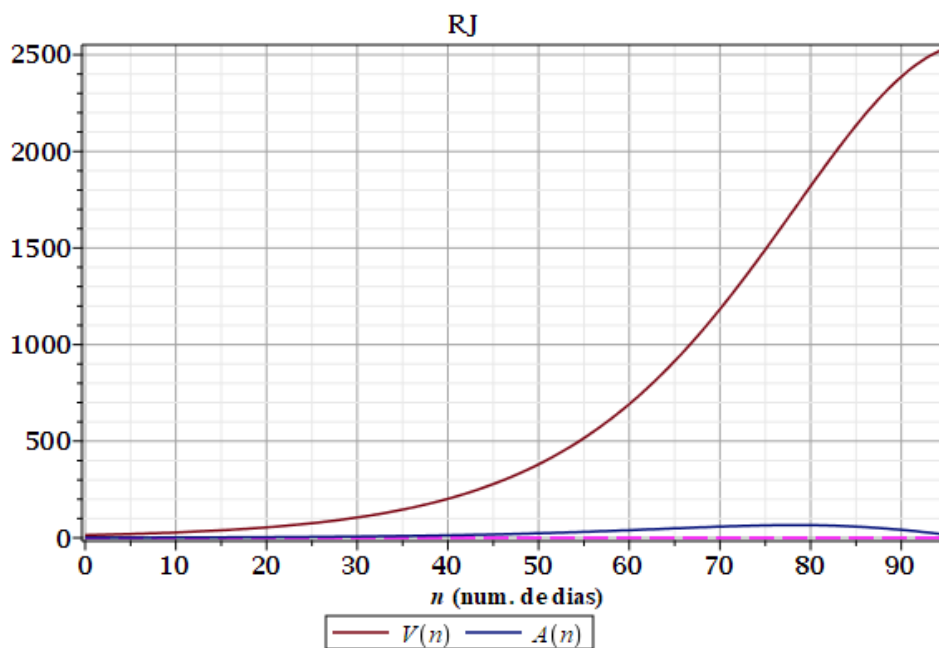


Figura 24: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{95}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio de Janeiro. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

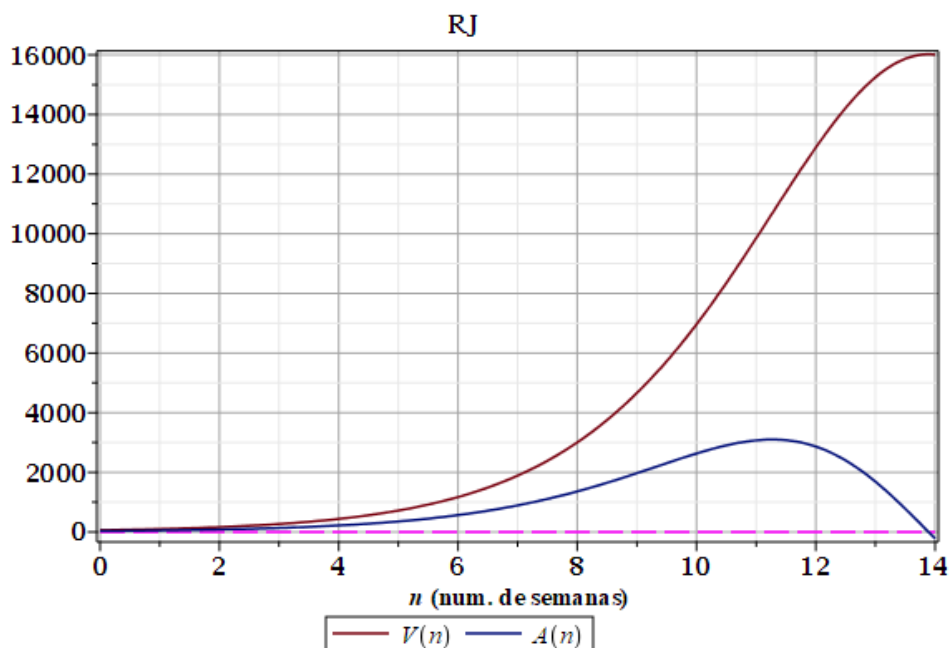


Figura 25: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{14}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio de Janeiro. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 14$.

VI.4.3. Espírito Santo

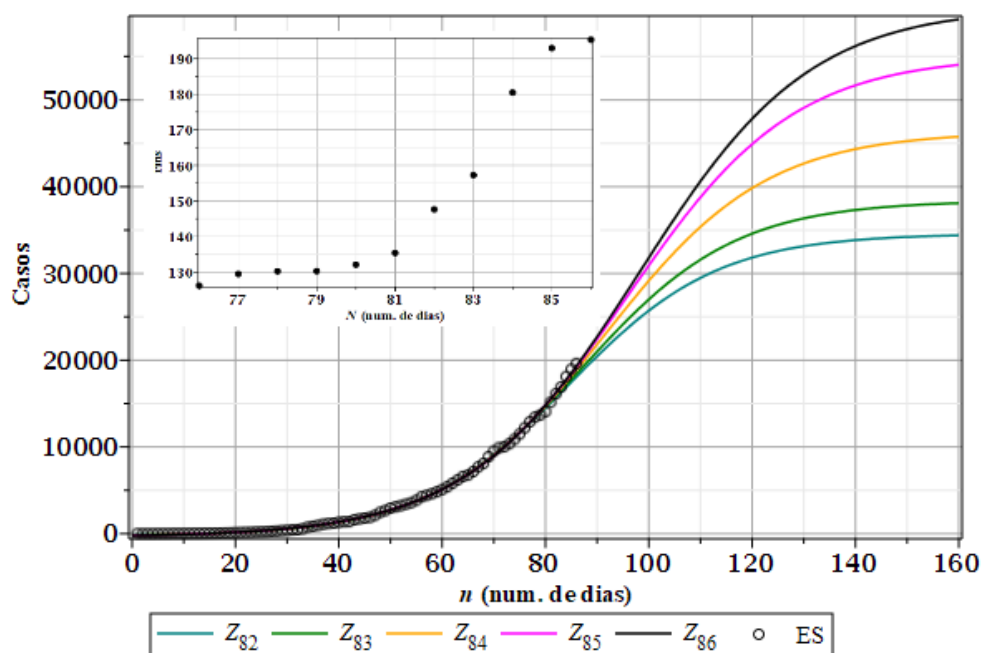


Figura 26: Casos diários de Covid-19 no estado do Espírito Santo e rms (detalhe).

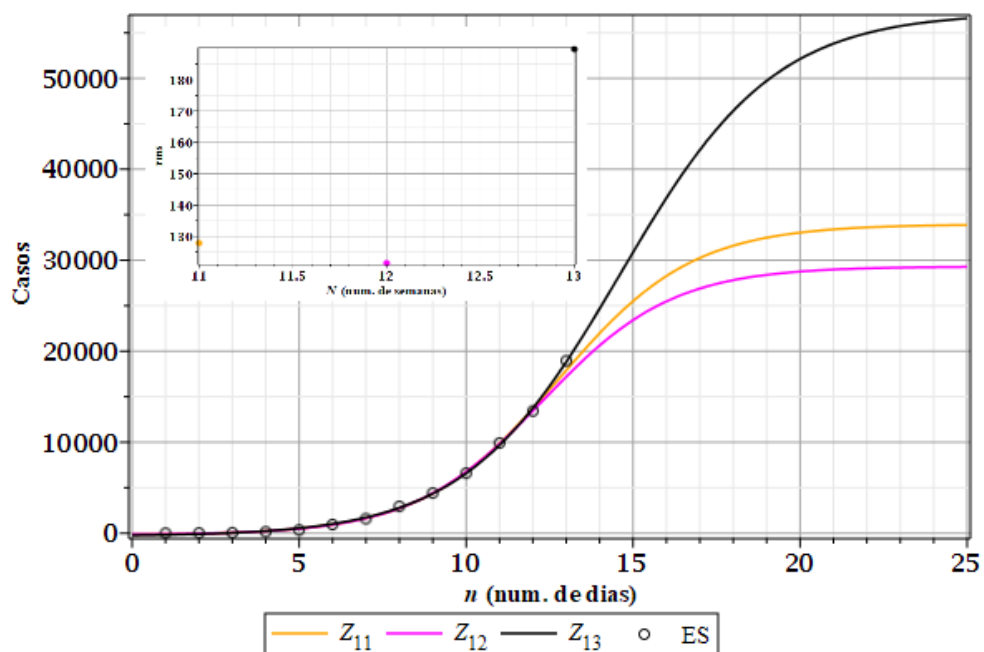


Figura 27: Casos semanais de Covid-19 no estado do Espírito Santo e rms (detalhe).

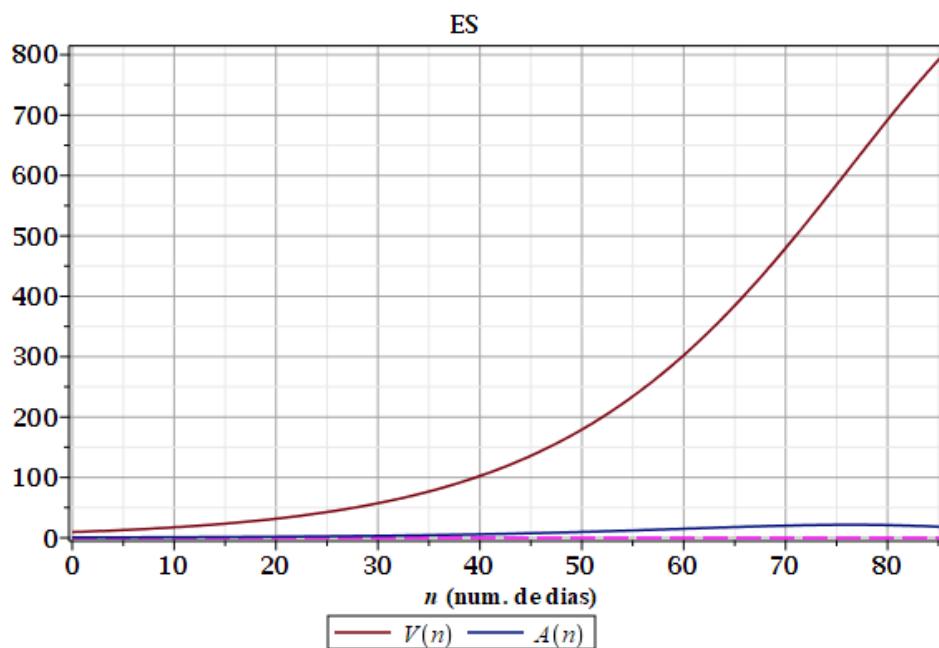


Figura 28: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{86}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Espírito Santo. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

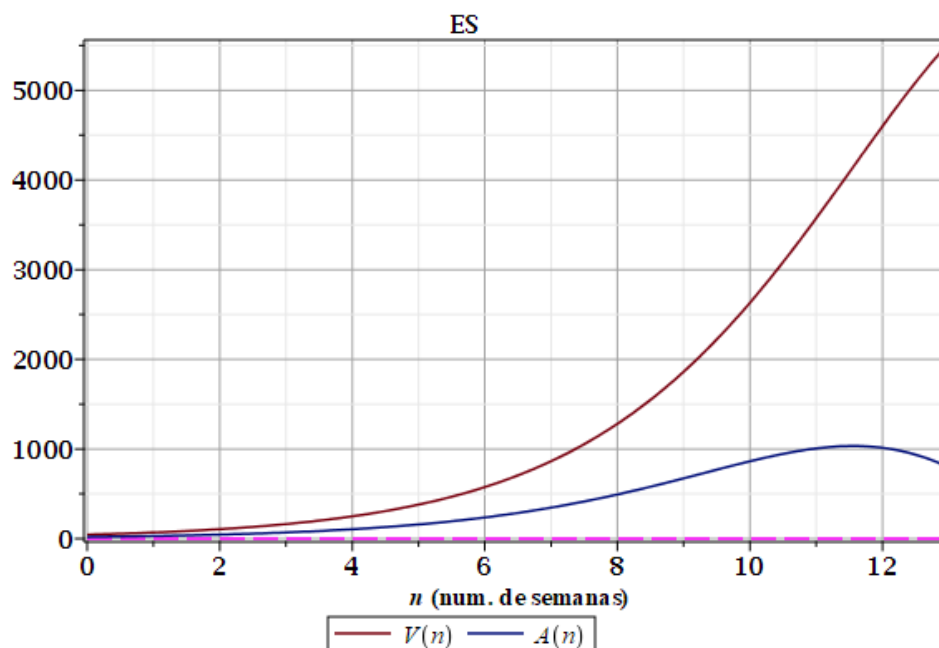


Figura 29: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{13}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Espírito Santo. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.4. Minas Gerais

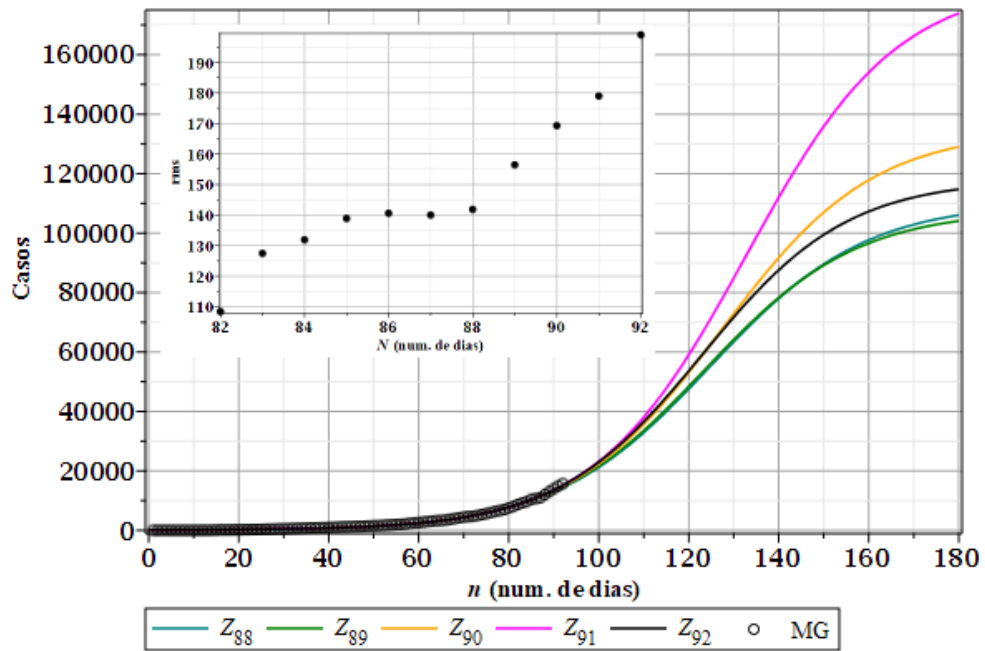


Figura 30: Casos diários de Covid-19 no estado de Minas Gerais e rms (detalhe).

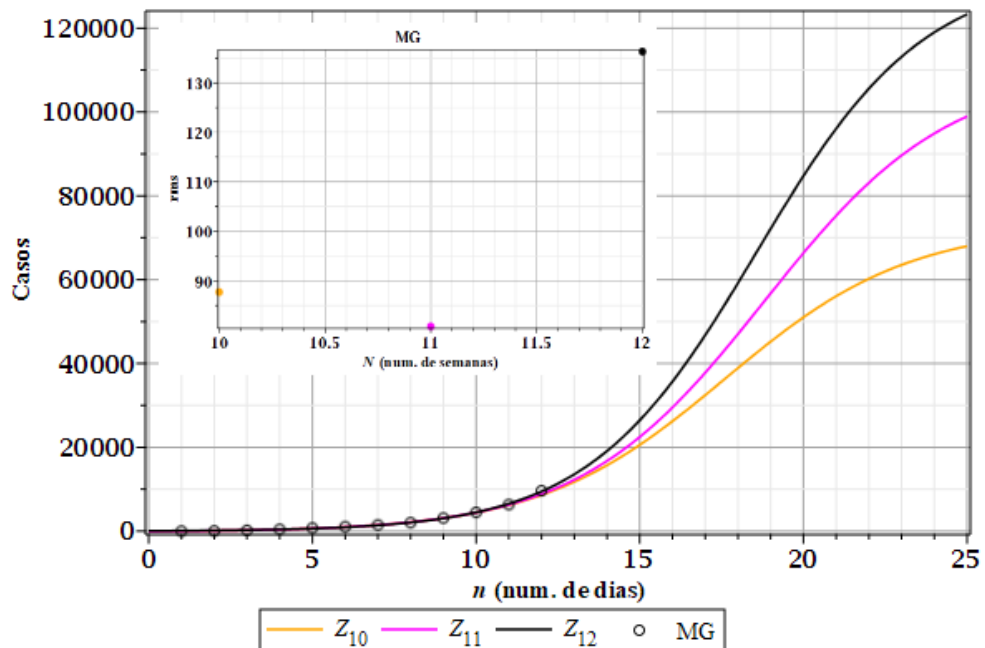


Figura 31: Casos semanais de Covid-19 no estado de Minas Gerais e rms (detalhe).

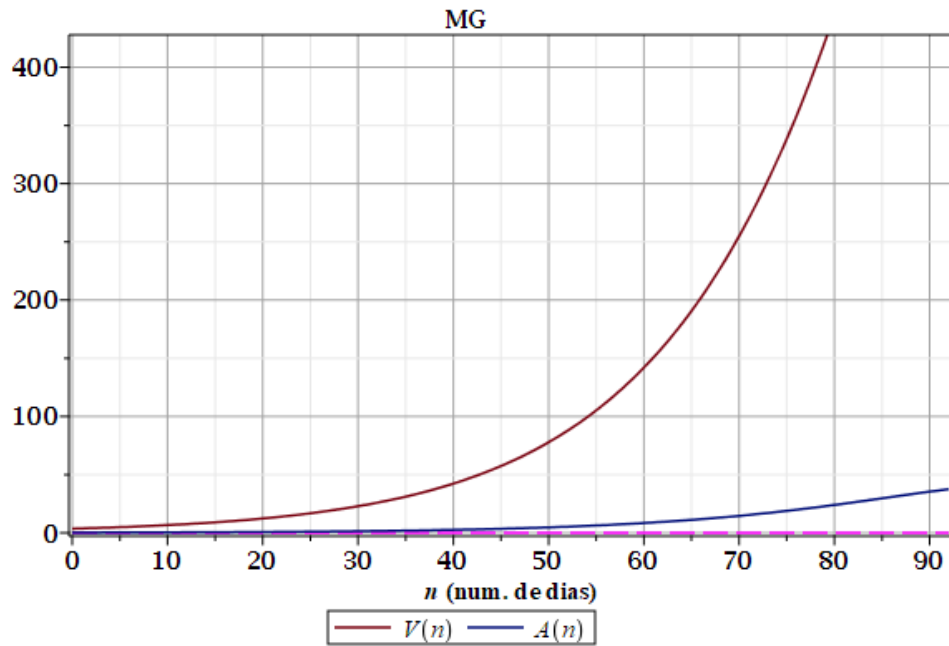


Figura 32: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{92}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Minas Gerais. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

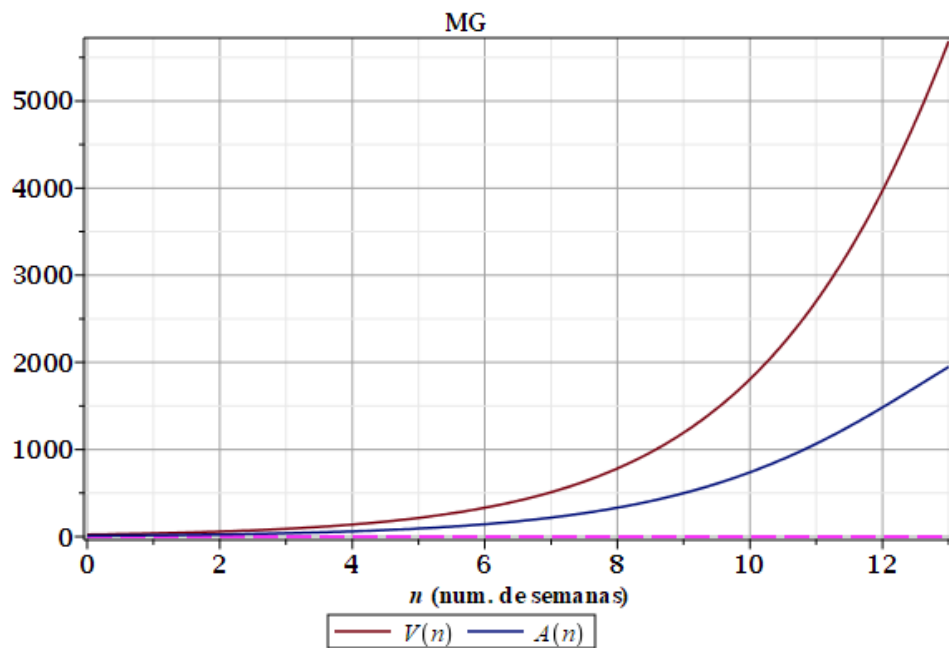


Figura 33: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{13}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Minas Gerais. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.5. Ceará

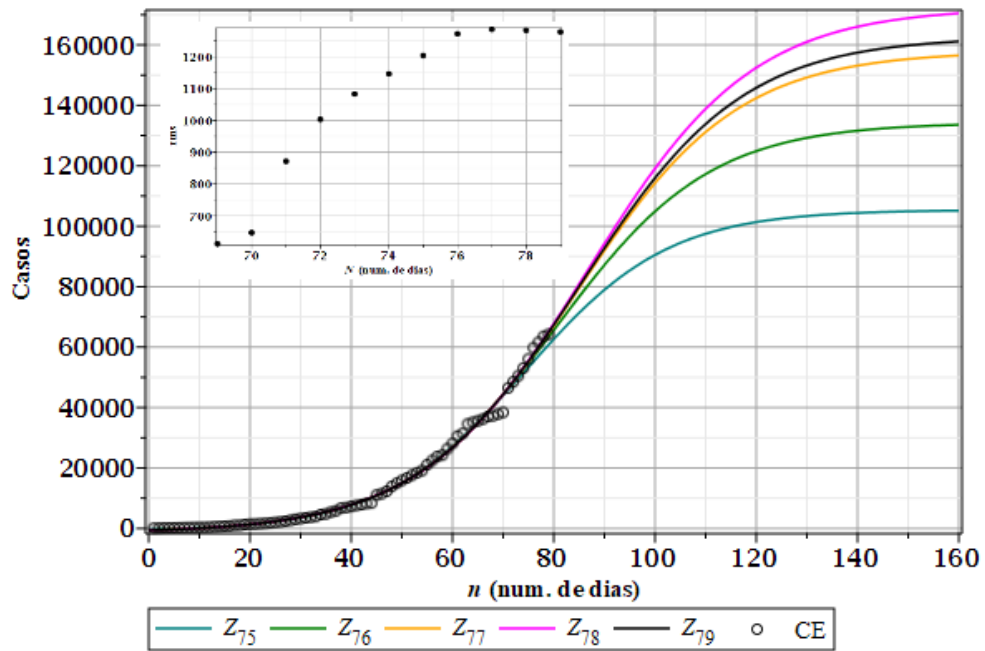


Figura 34: Casos diários de Covid-19 no estado do Ceará e rms (detalhe).

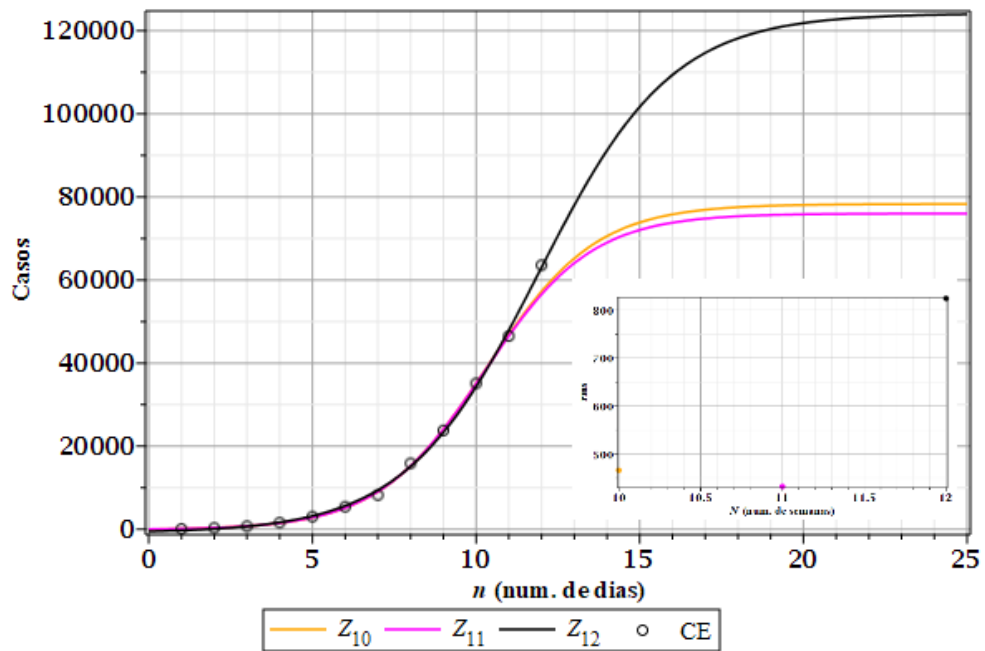


Figura 35: Casos semanais de Covid-19 no estado do Ceará e rms (detalhe).

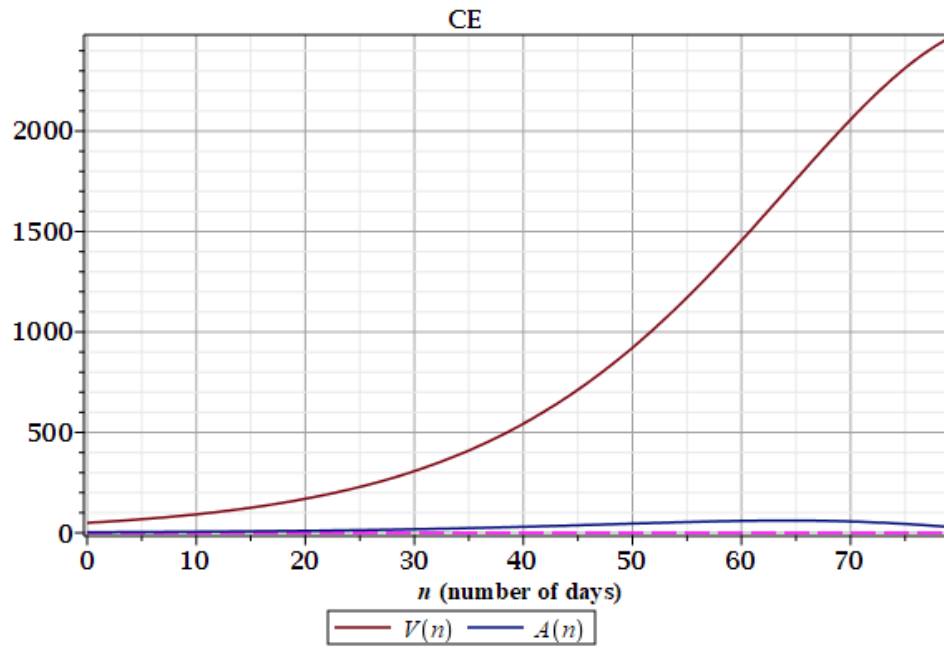


Figura 36: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Ceará. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

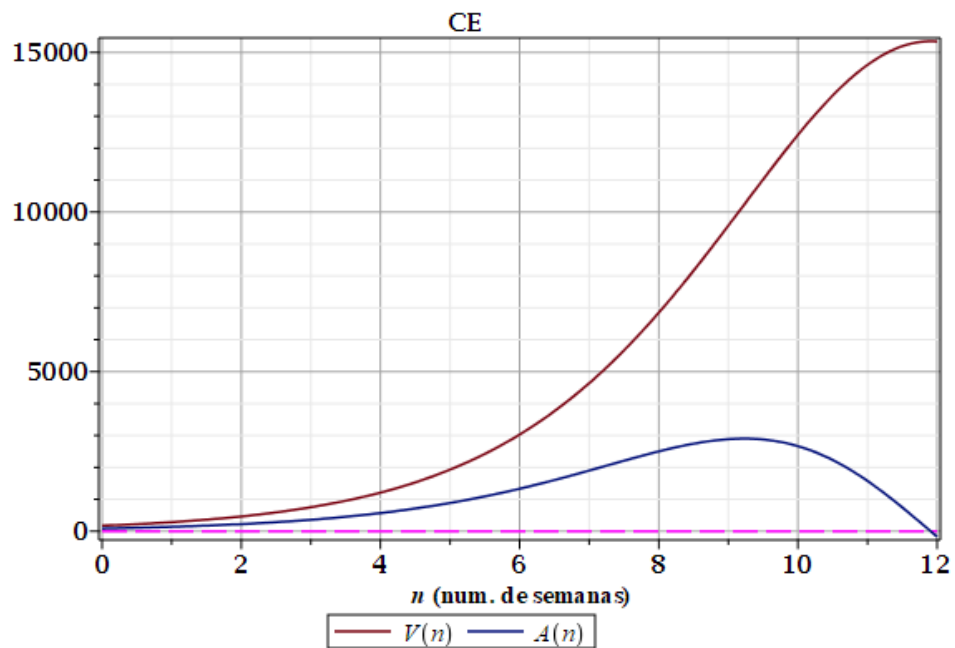


Figura 37: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Ceará. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 12$.

VI.4.6. Maranhão

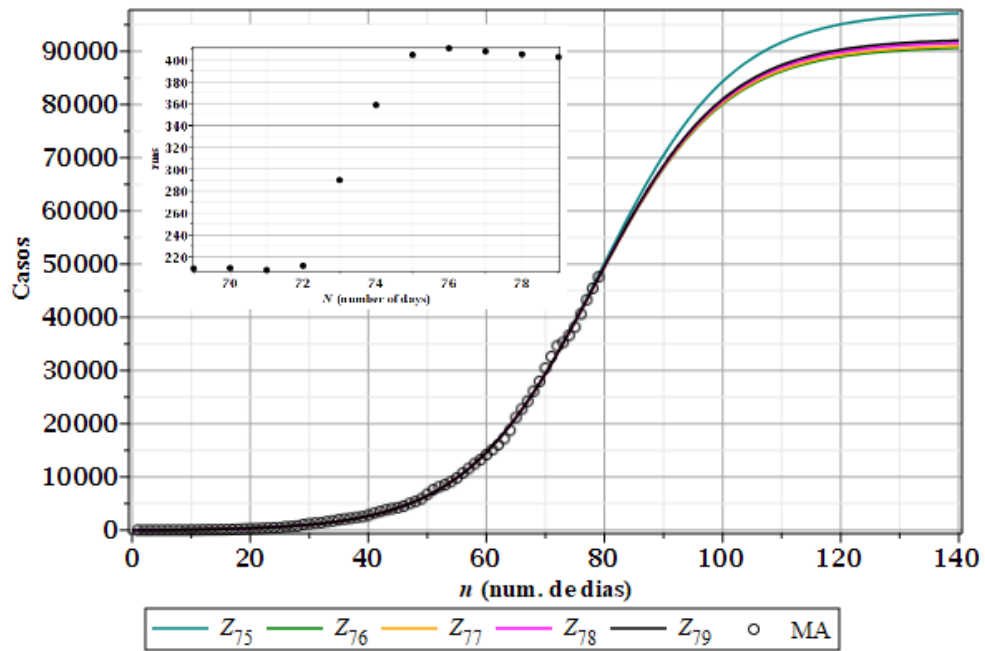


Figura 38: Casos diários de Covid-19 no estado do Maranhão e *rms* (detalhe).

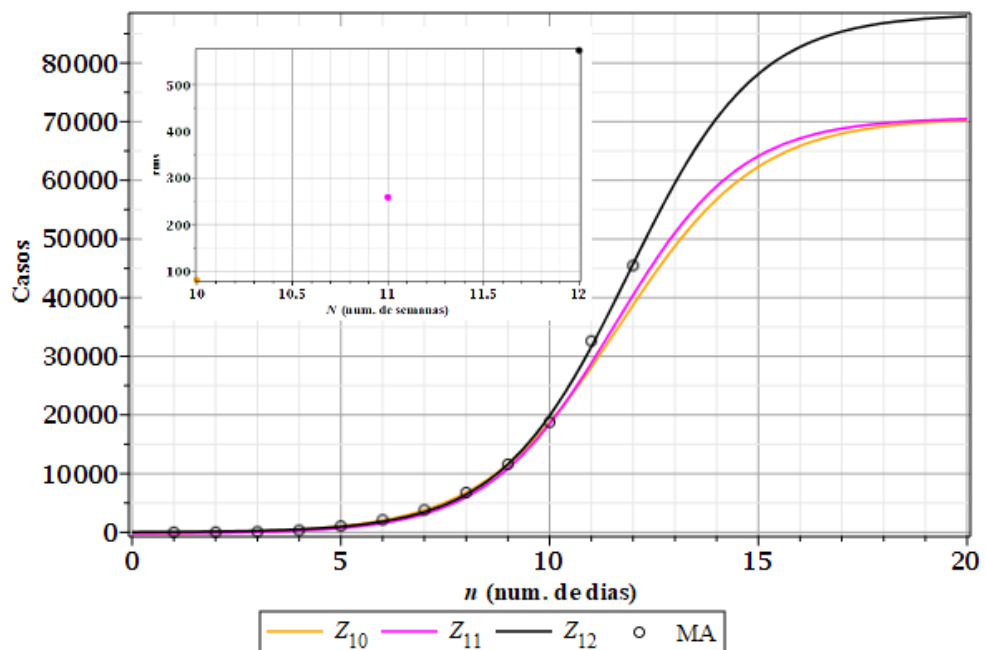


Figura 39: Casos semanais de Covid-19 no estado do Maranhão e *rms* (detalhe).

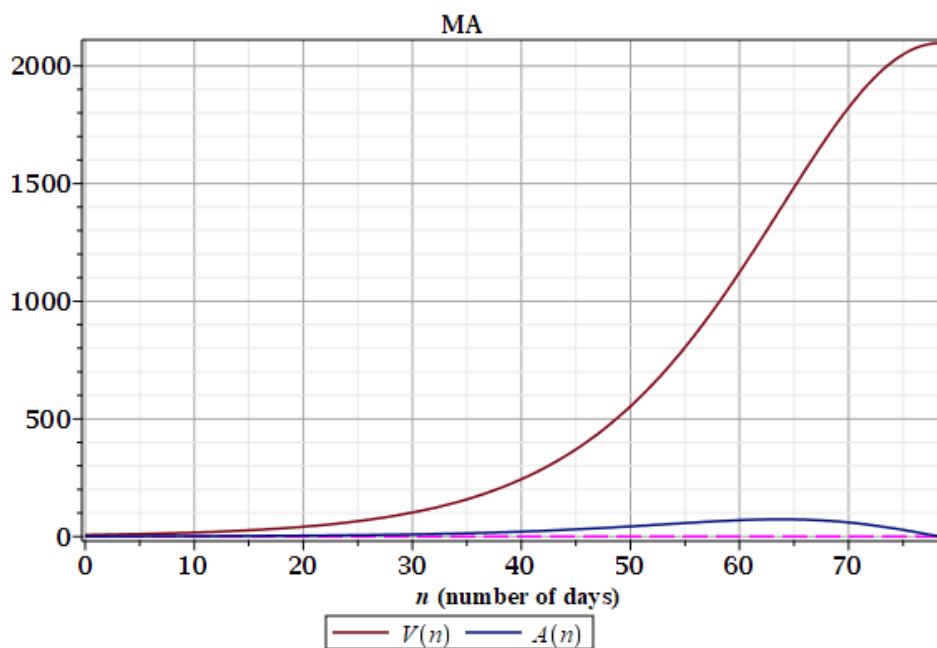


Figura 40: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diários para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Maranhão. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 78$.

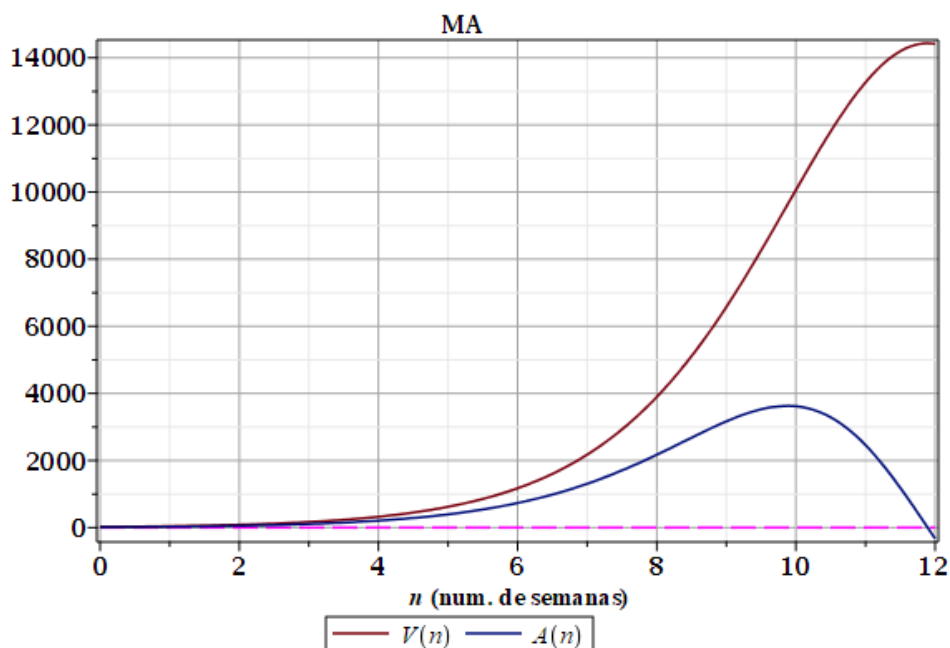


Figura 41: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Maranhão. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 11.9$.

VI.4.7. Pernambuco

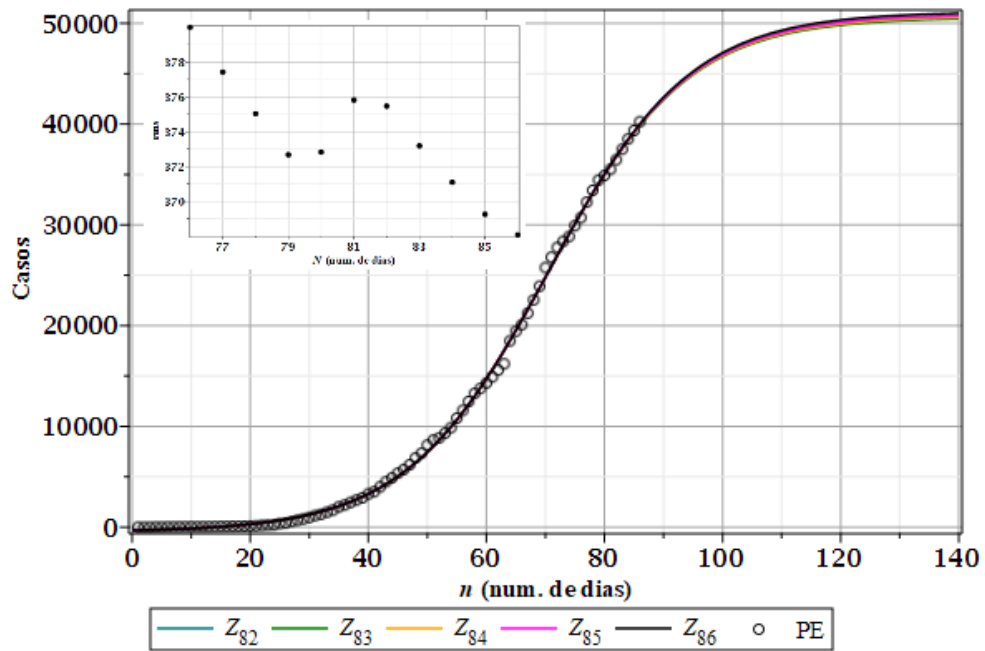


Figura 42: Casos diários de Covid-19 no estado de Pernambuco e *rms* (detalhe).

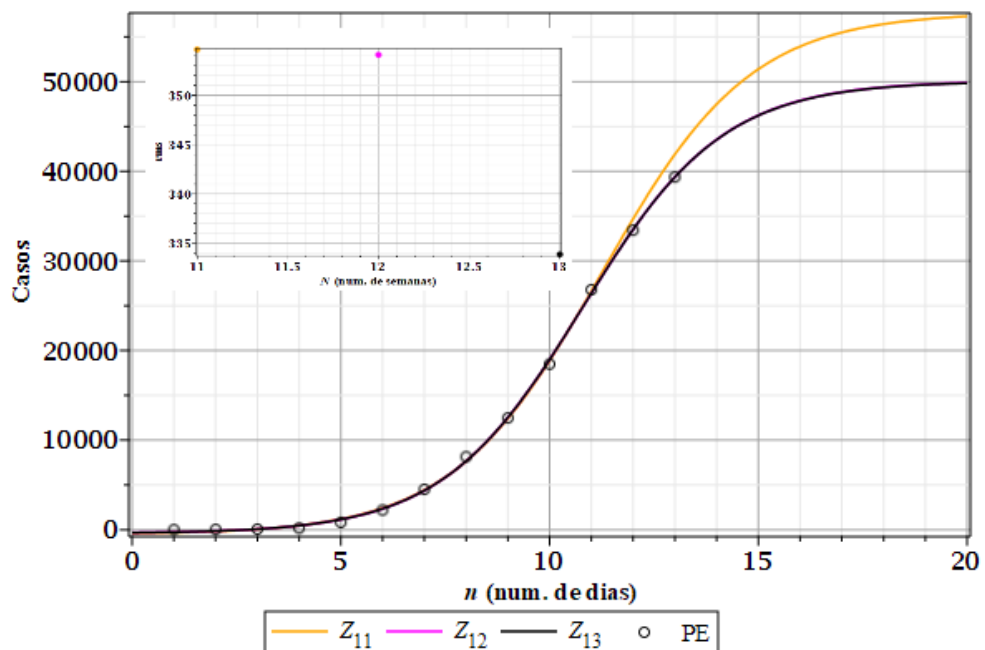


Figura 43: Casos semanais de Covid-19 no estado de Pernambuco e *rms* (detalhe).

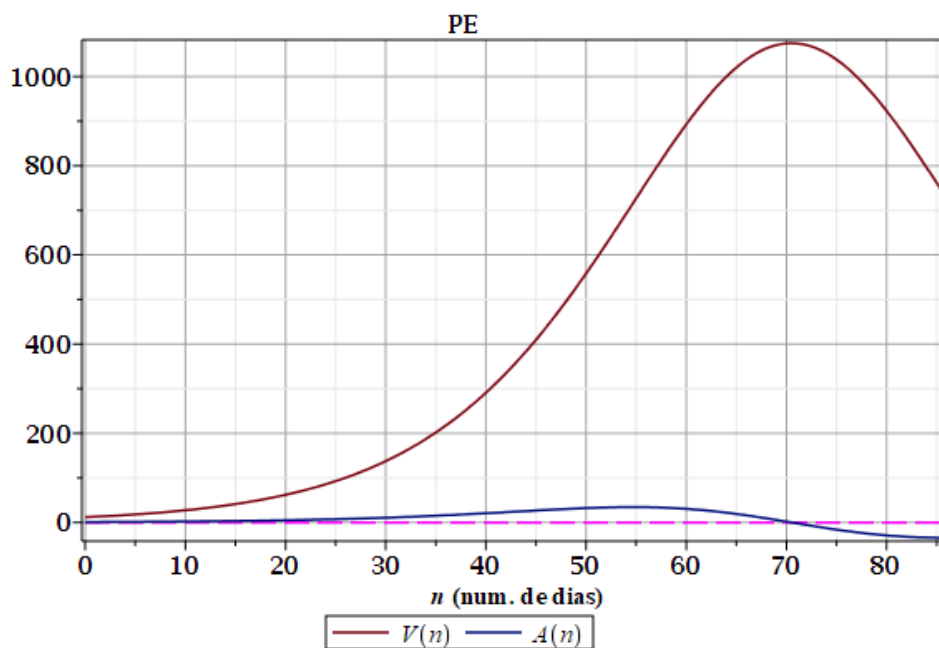


Figura 44: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{86}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Pernambuco. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 71$.

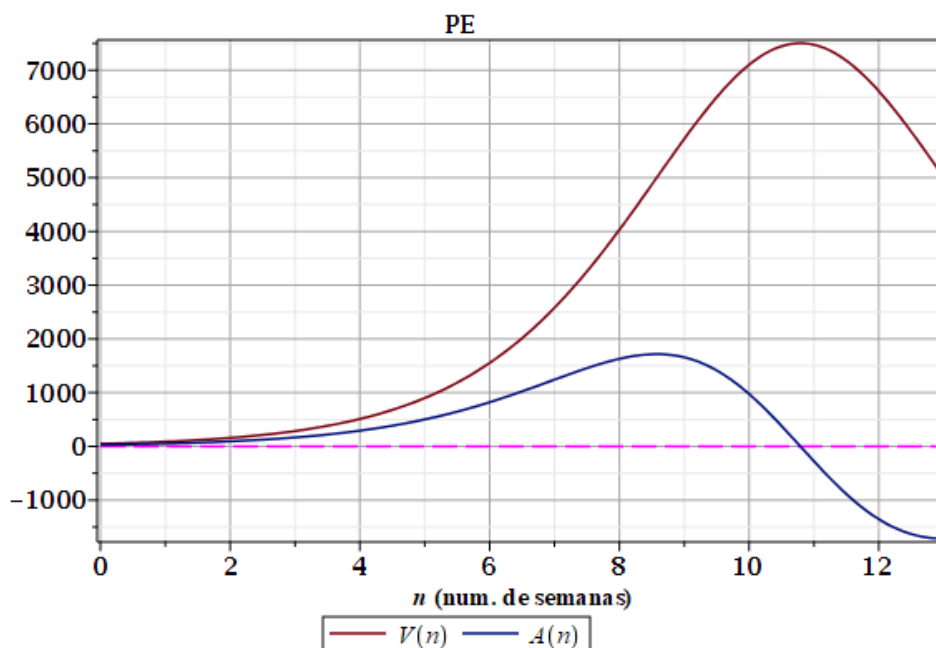


Figura 45: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{13}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Pernambuco. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 10.8$.

VI.4.8. Bahia

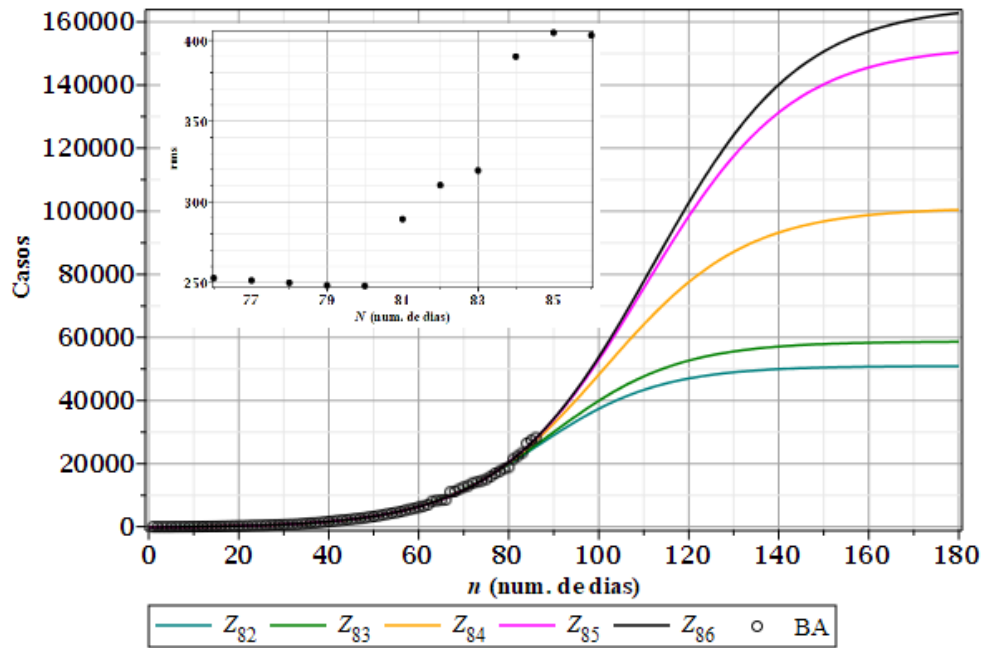


Figura 46: Casos diários de Covid-19 no estado da Bahia e rms (detalhe).

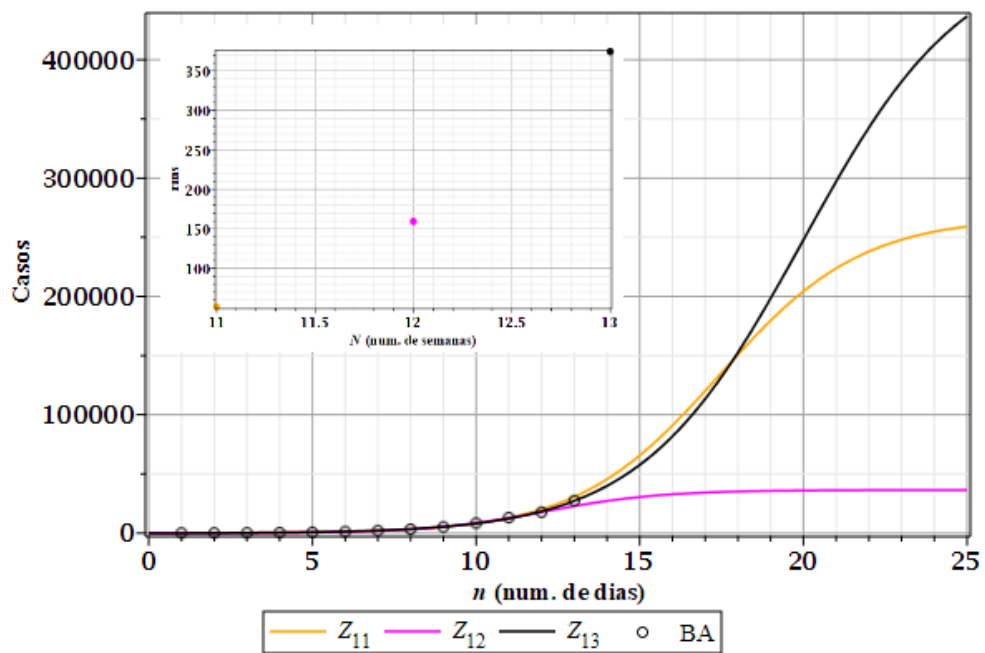


Figura 47: Casos semanais de Covid-19 no estado da Bahia e rms (detalhe).

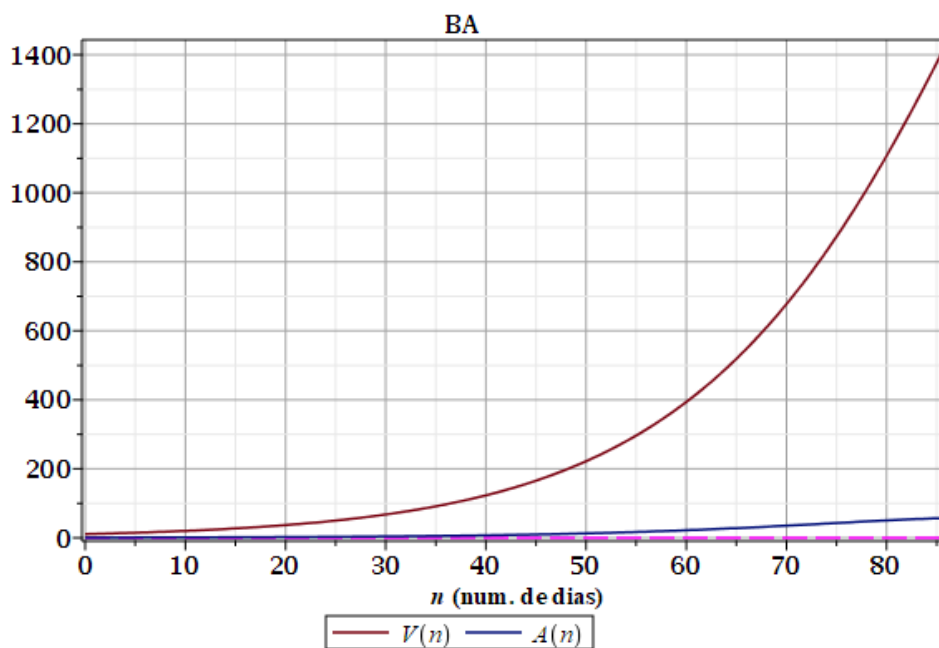


Figura 48: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{86}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 na Bahia. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

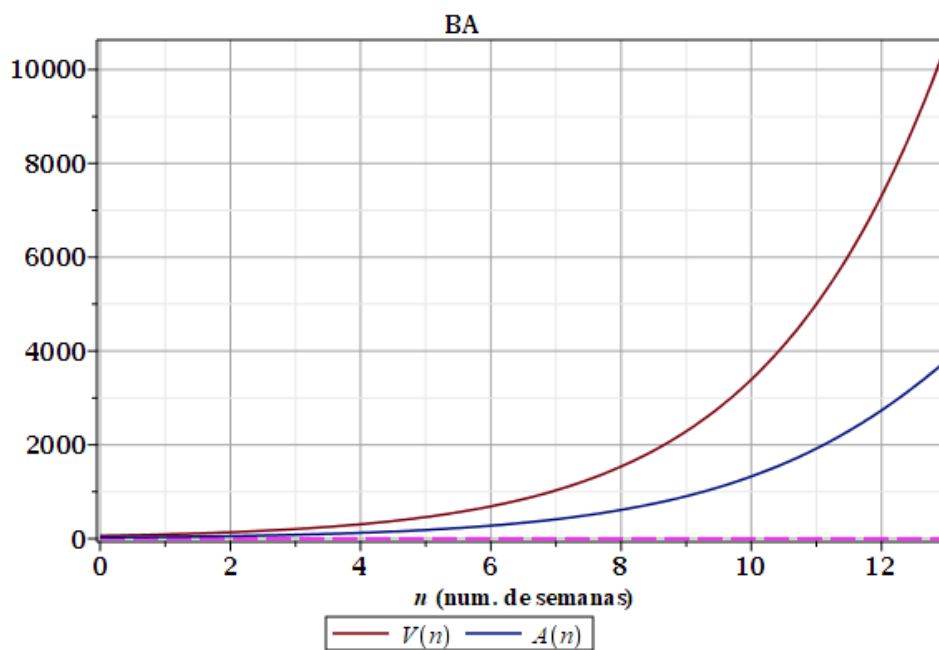


Figura 49: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{13}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 na Bahia. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.9. Paraíba

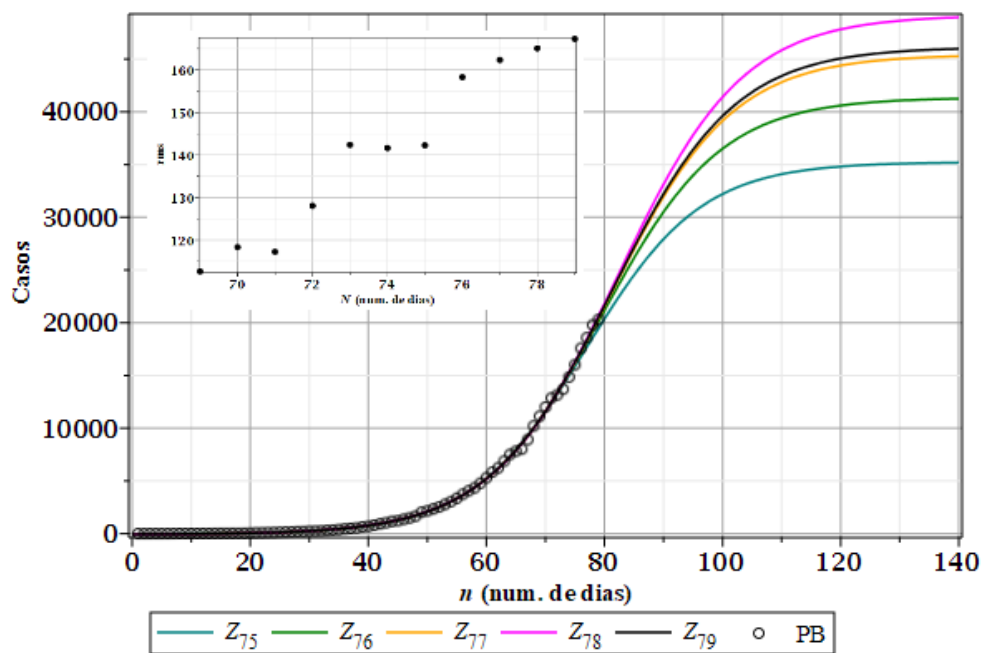


Figura 50: Casos diários de Covid-19 no estado da Paraíba e *rms* (detalhe).

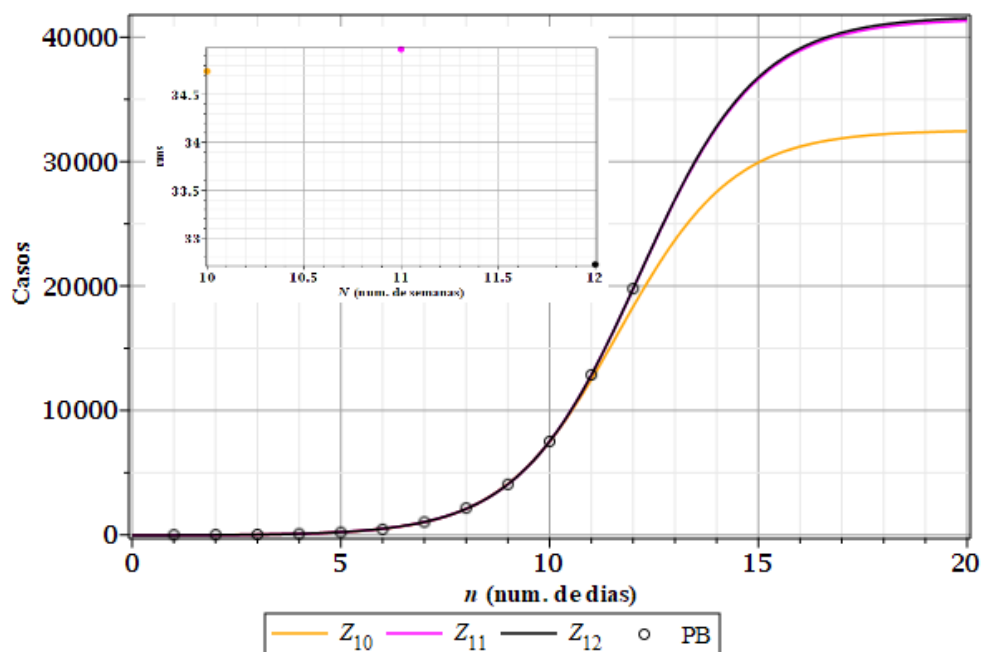


Figura 51: Casos semanais de Covid-19 no estado da Paraíba e *rms* (detalhe).

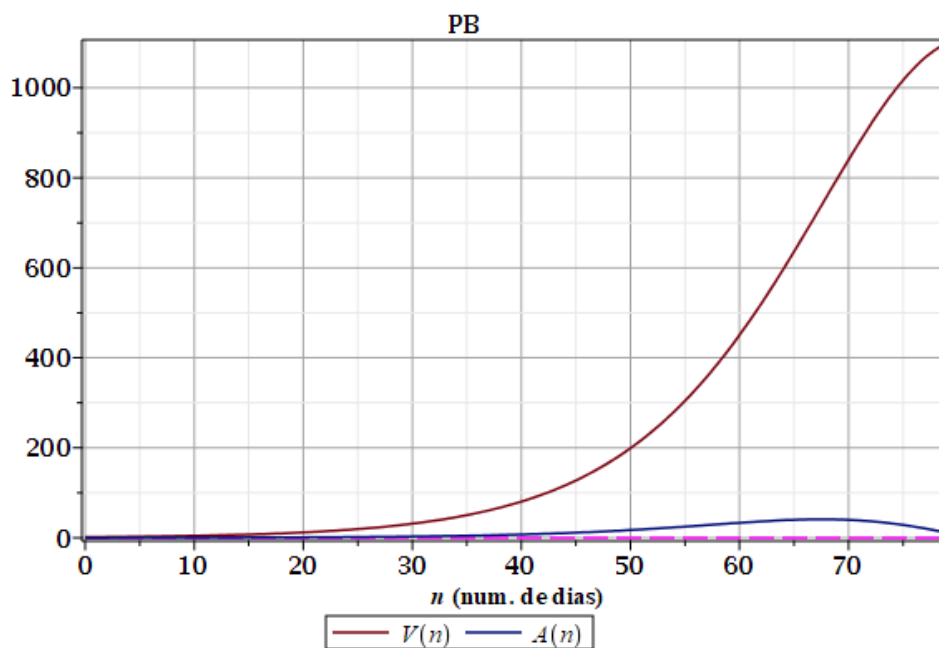


Figura 52: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 na Paraíba. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

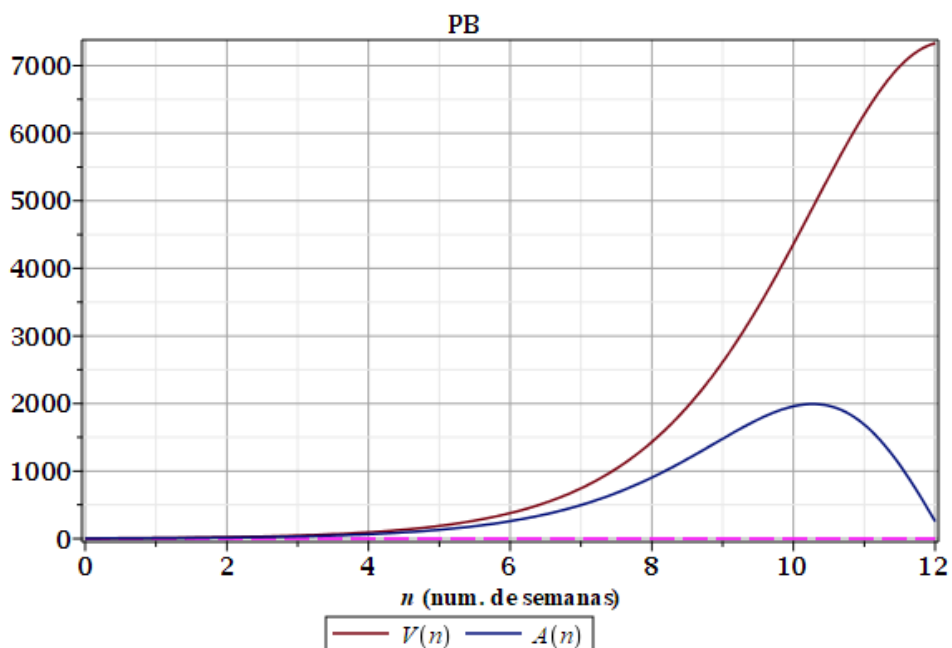


Figura 53: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 na Paraíba. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.10. Alagoas

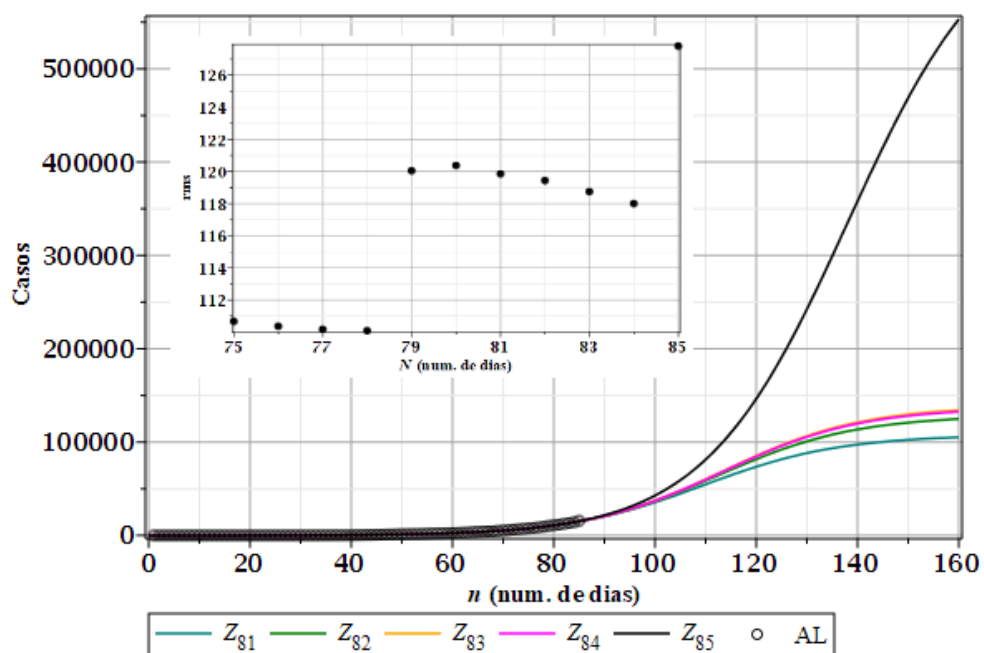


Figura 54: Casos diários de Covid-19 no estado de Alagoas e *rms* (detalhe).

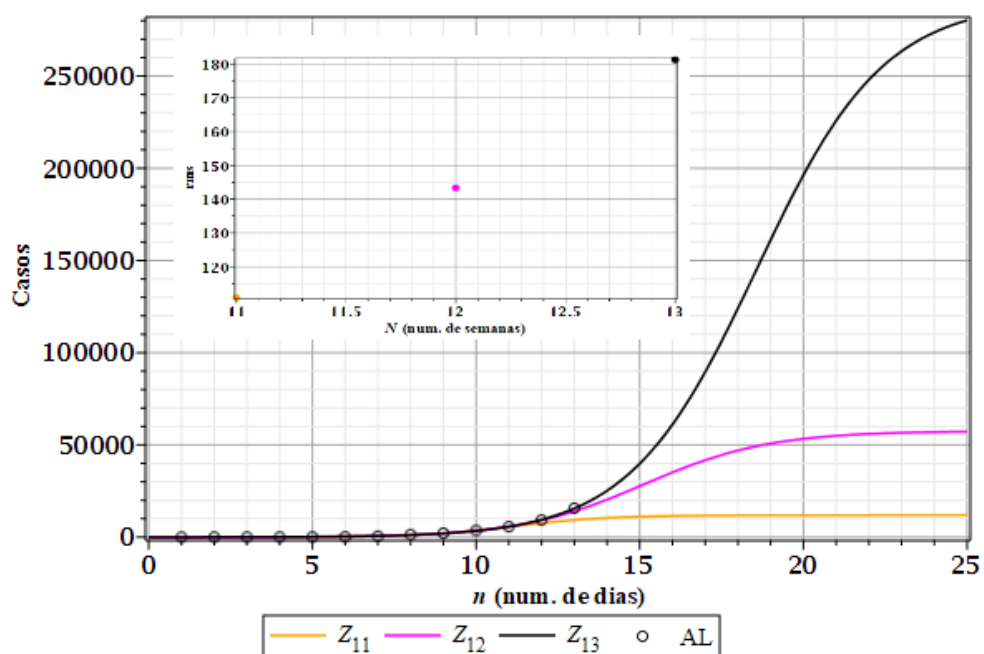


Figura 55: Casos semanais de Covid-19 no estado de Alagoas e *rms* (detalhe).

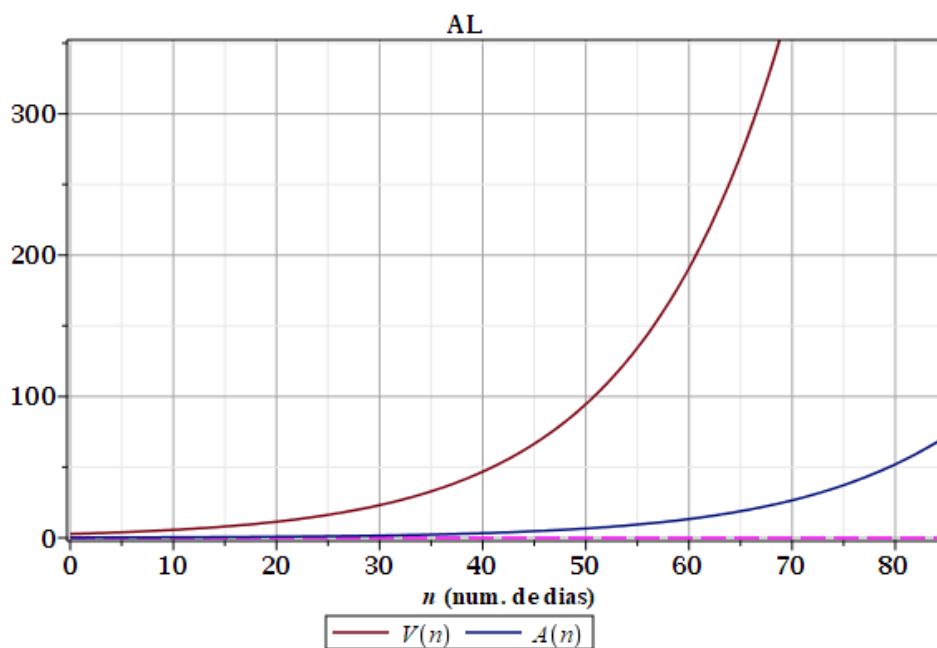


Figura 56: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{85}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Alagoas. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

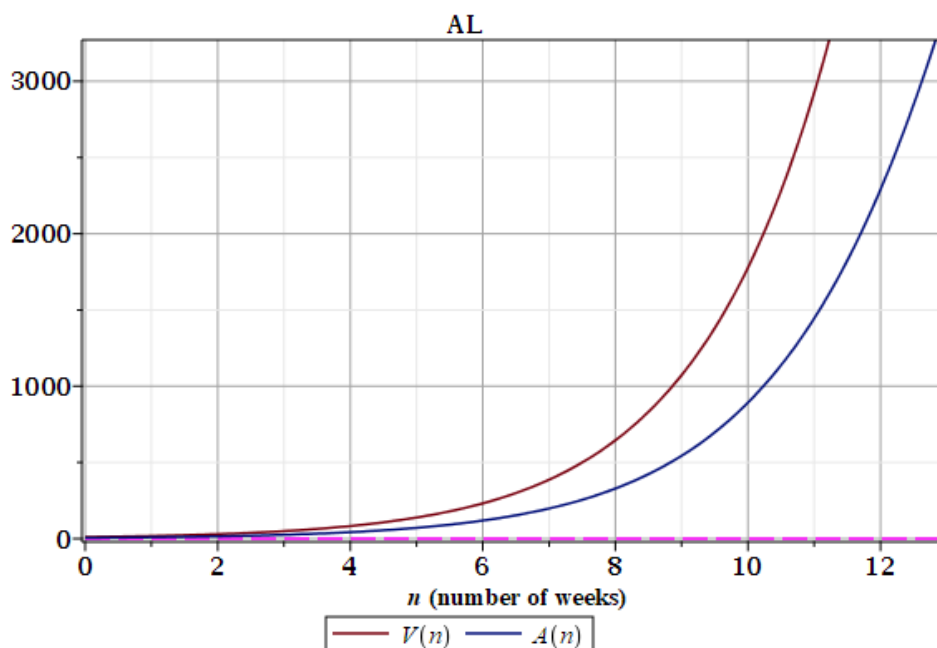


Figura 57: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{13}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Alagoas. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.11. Rio Grande do Norte

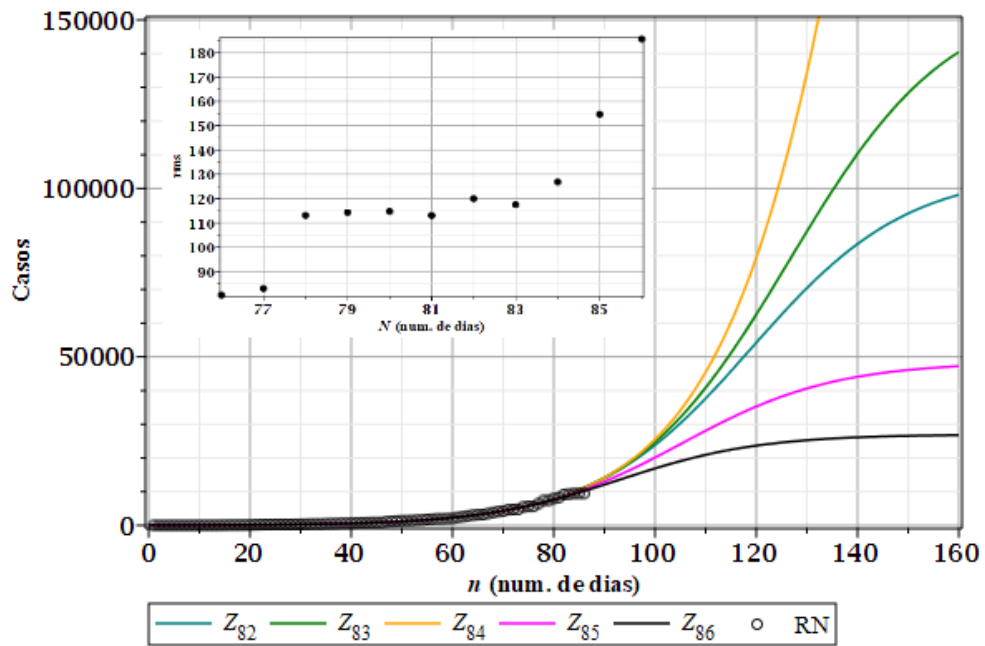


Figura 58: Casos diários de Covid-19 no estado do Rio Grande do Norte e *rms* (detalhe).

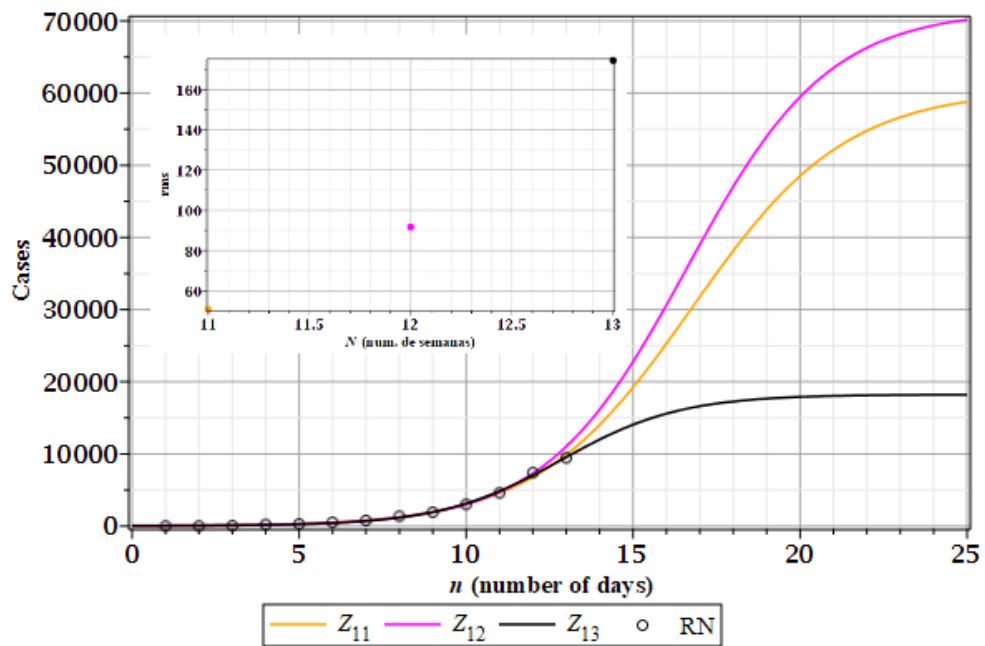


Figura 59: Casos semanais de Covid-19 no estado do Rio Grande do Norte e *rms* (detalhe).

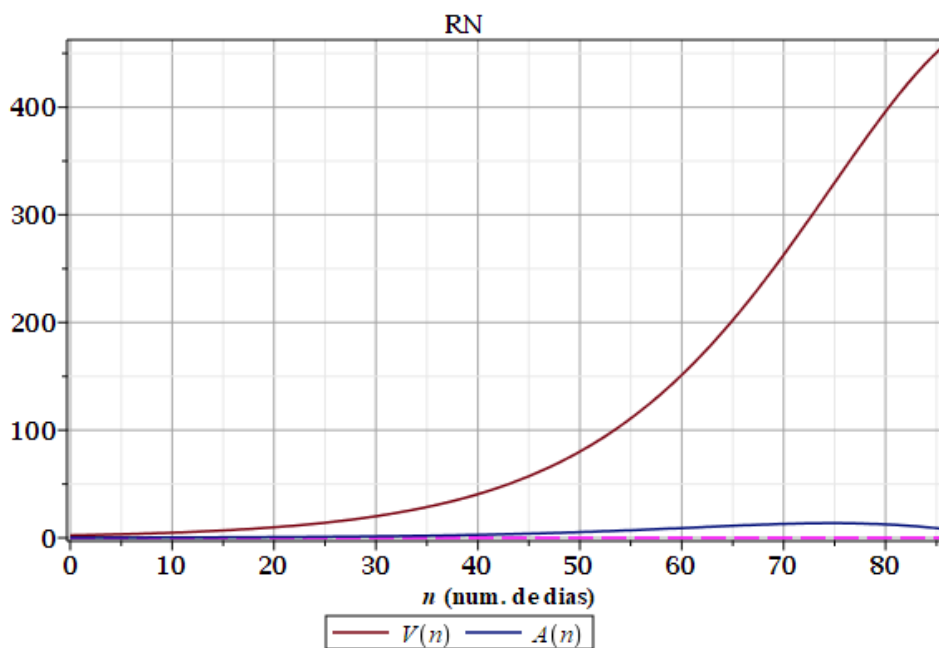


Figura 60: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{86}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio Grande do Norte. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

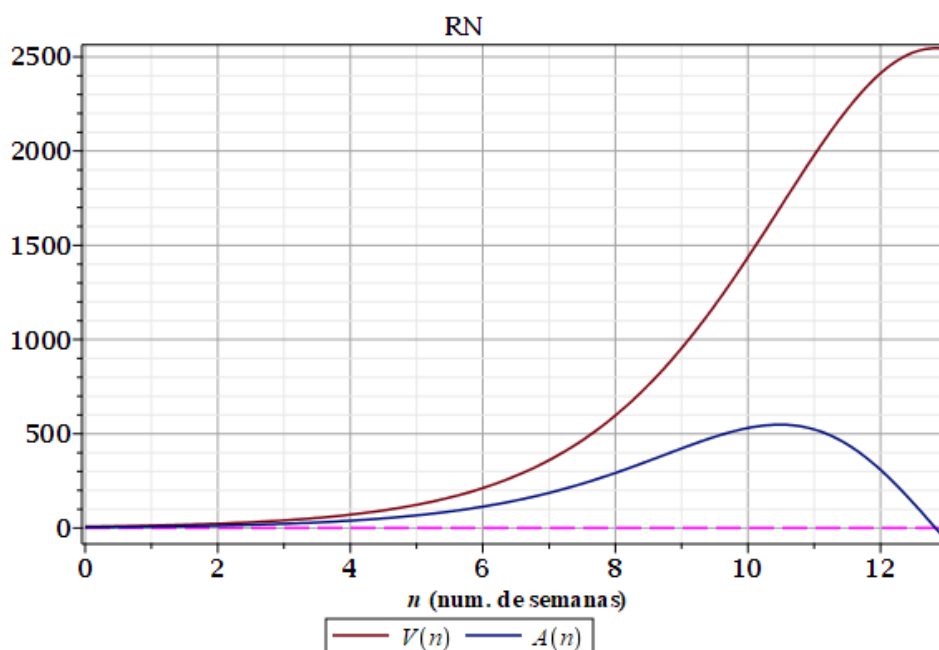


Figura 61: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{13}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio Grande do Norte. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 12.8$.

VI.4.12. Sergipe

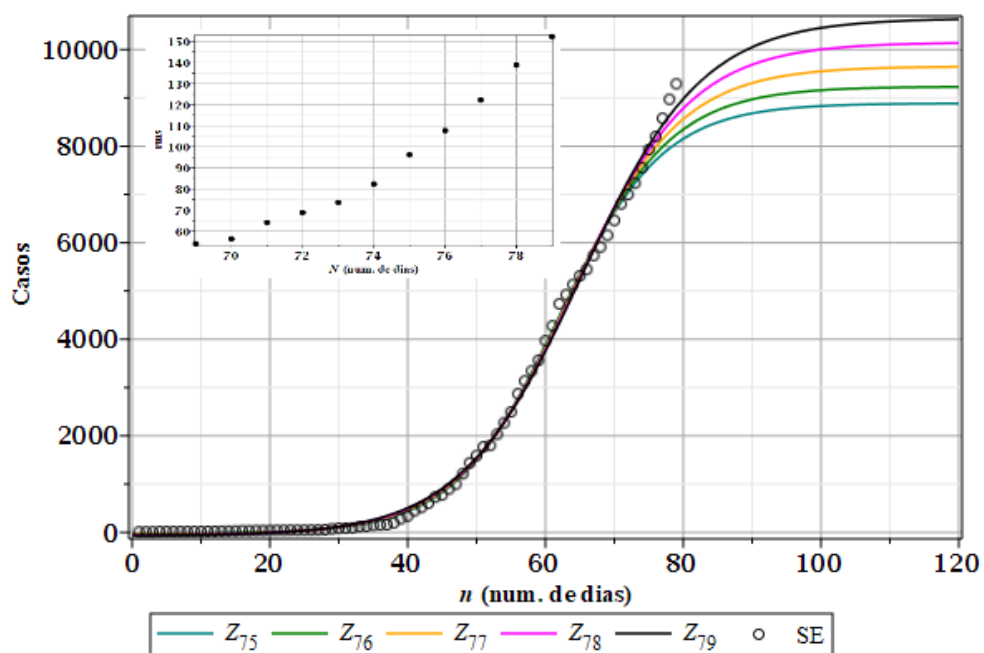


Figura 62: Casos diários de Covid-19 no estado de Sergipe e *rms* (detalhe).

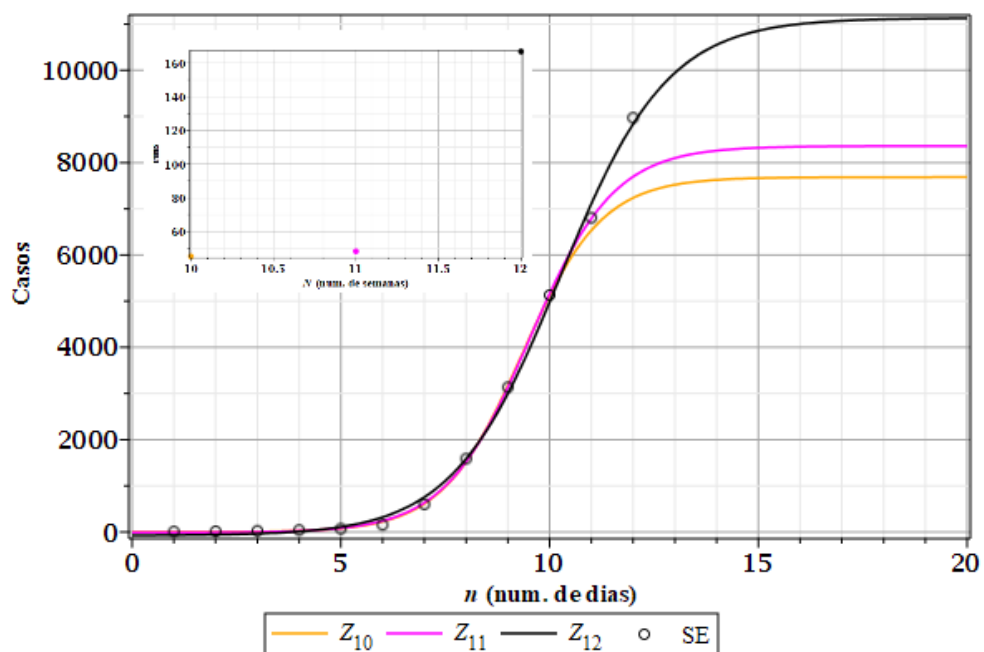


Figura 63: Casos semanais de Covid-19 no estado de Sergipe e *rms* (detalhe).

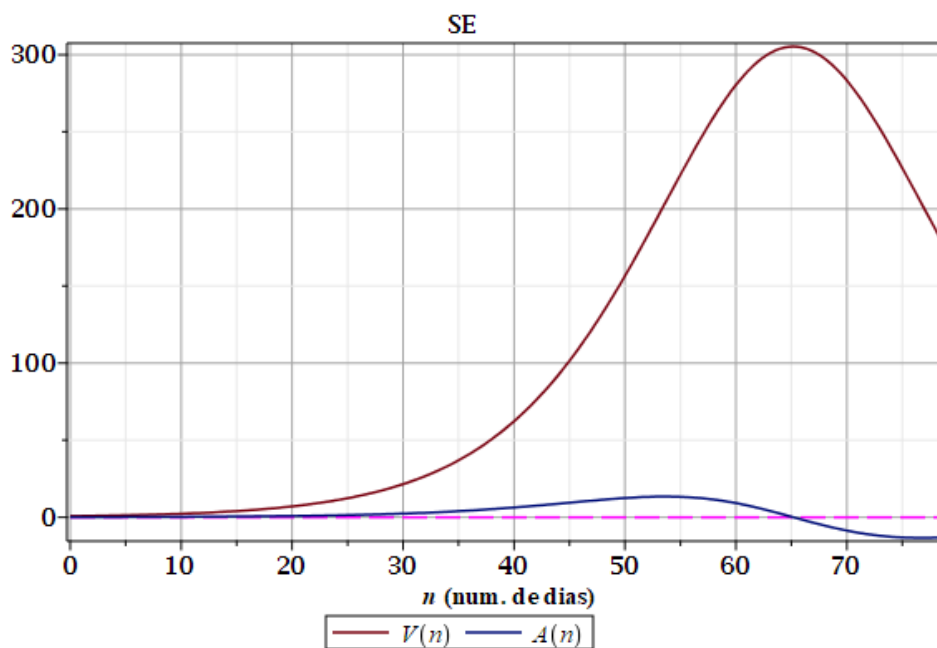


Figura 64: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Sergipe. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 65$.

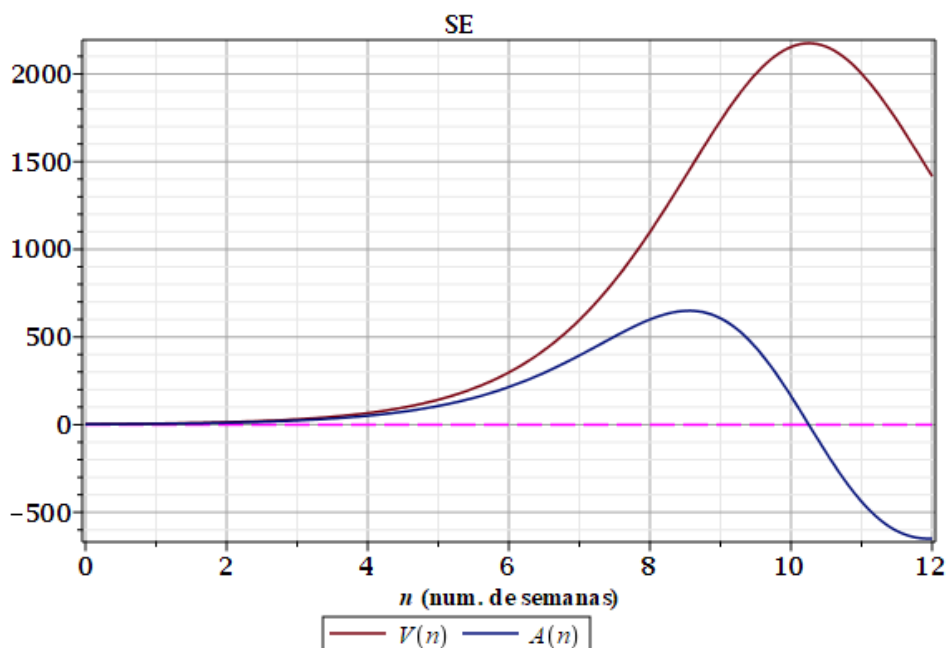


Figura 65: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Sergipe. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 10.3$.

VI.4.13. Piauí

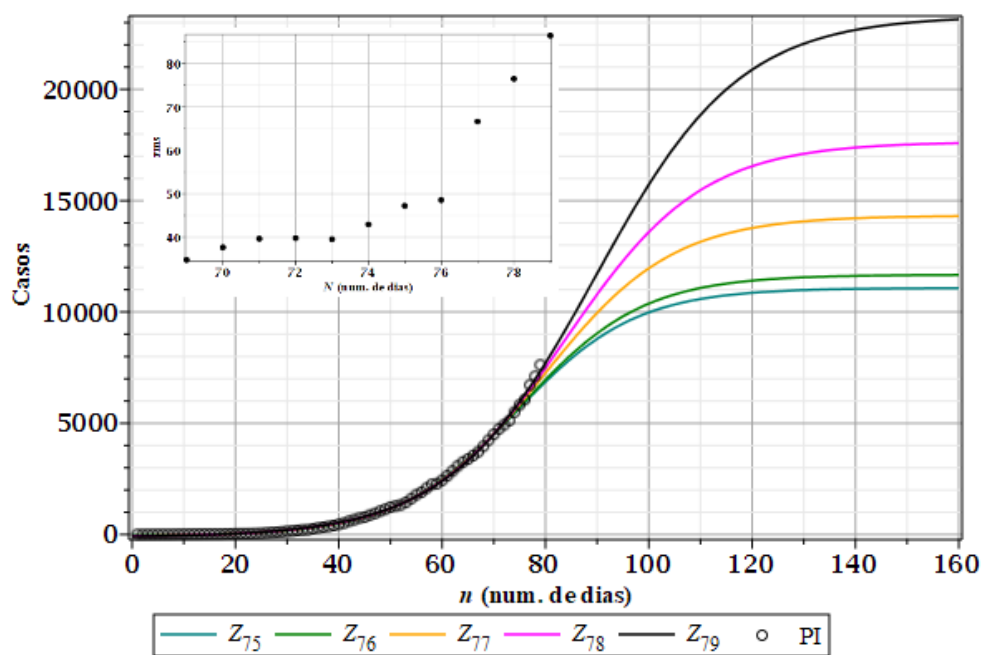


Figura 66: Casos diários de Covid-19 no estado do Piauí e rms (detalhe).

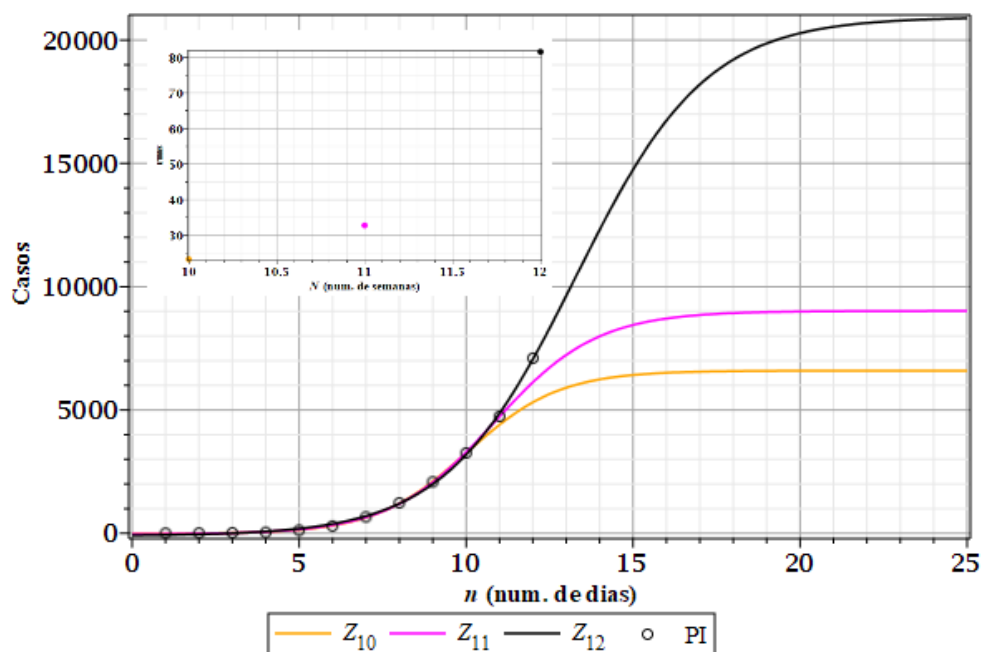


Figura 67: Casos semanais de Covid-19 no estado do Piauí e rms (detalhe).

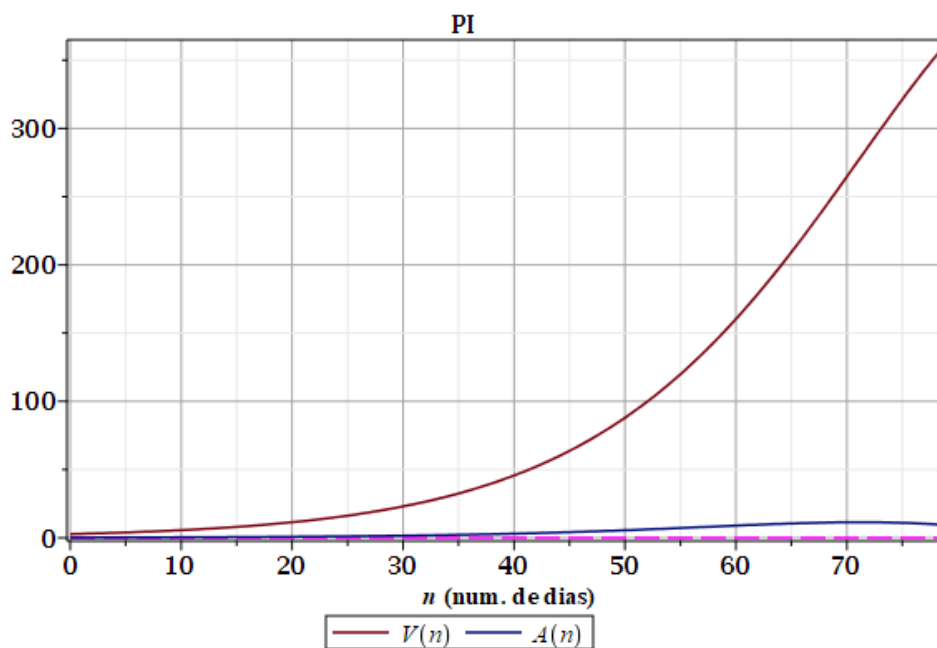


Figura 68: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Piauí. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

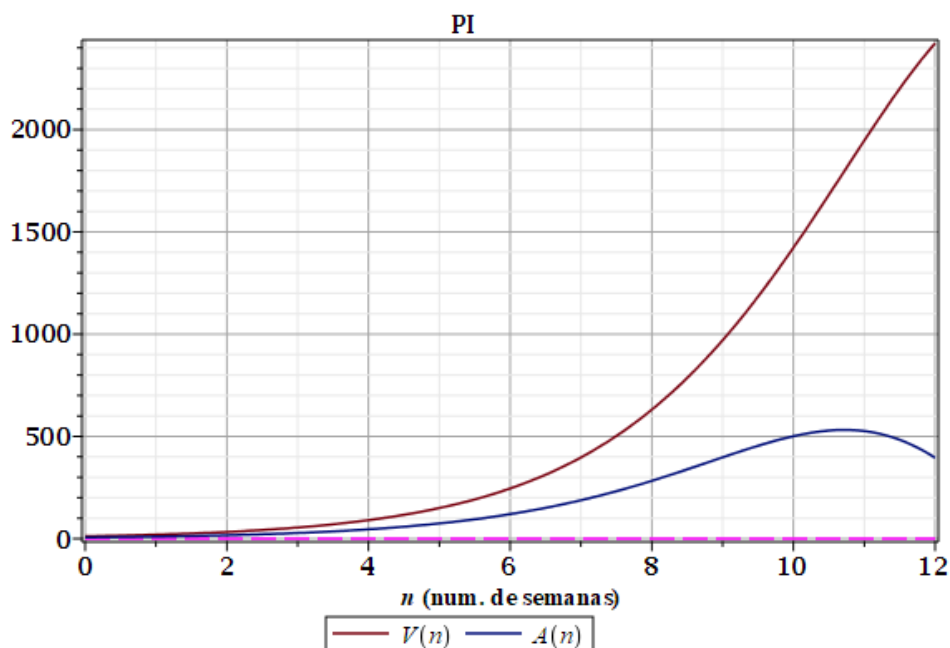


Figura 69: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Piauí. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.14. Pará

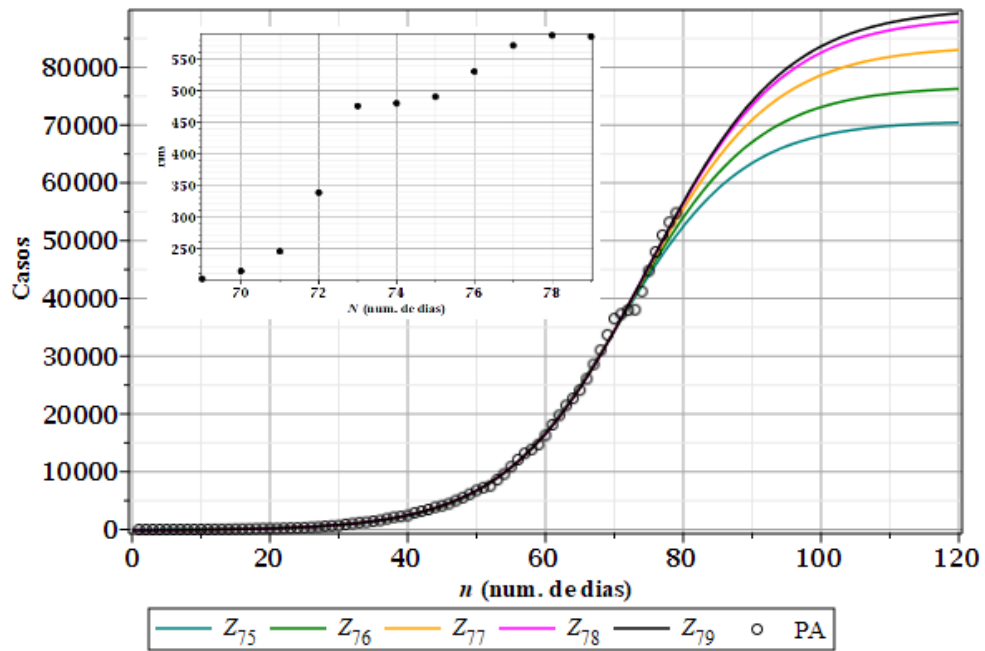


Figura 70: Casos diários de Covid-19 no estado do Pará e *rms* (detalhe).

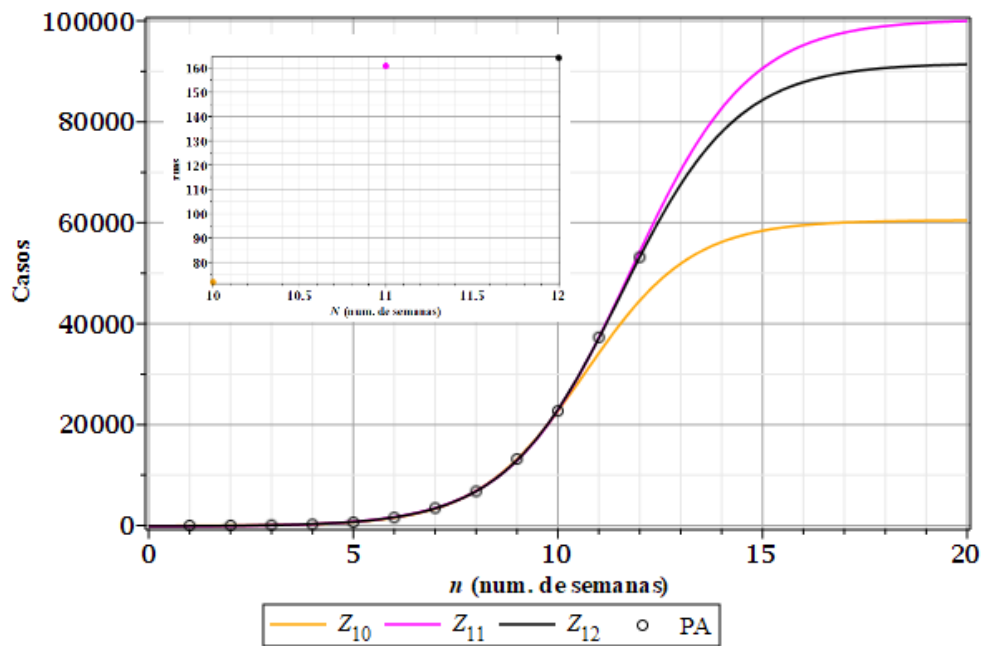


Figura 71: Casos semanais de Covid-19 no estado do Pará e *rms* (detalhe).

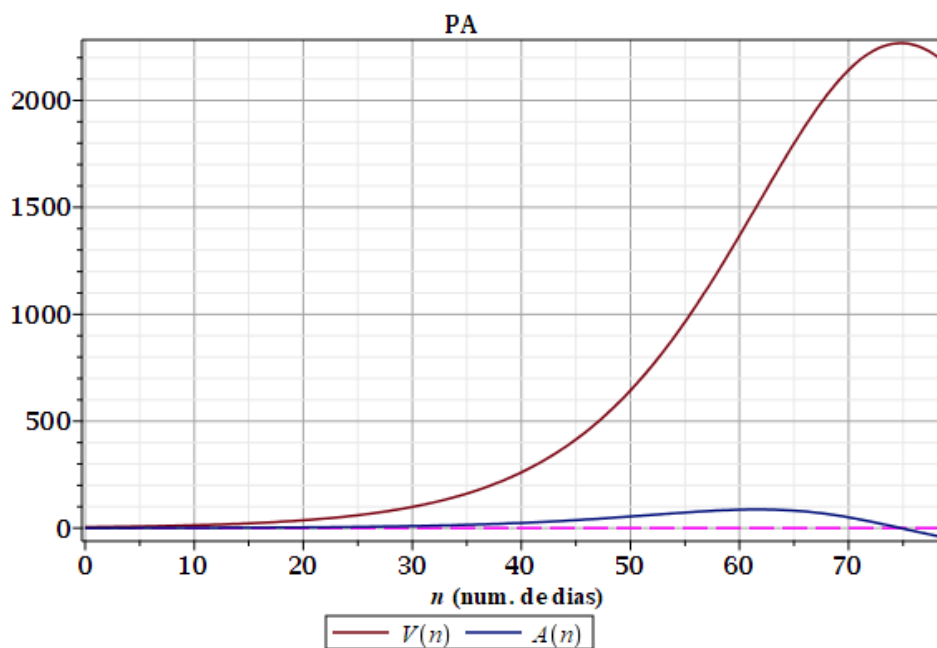


Figura 72: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Pará. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 75$.

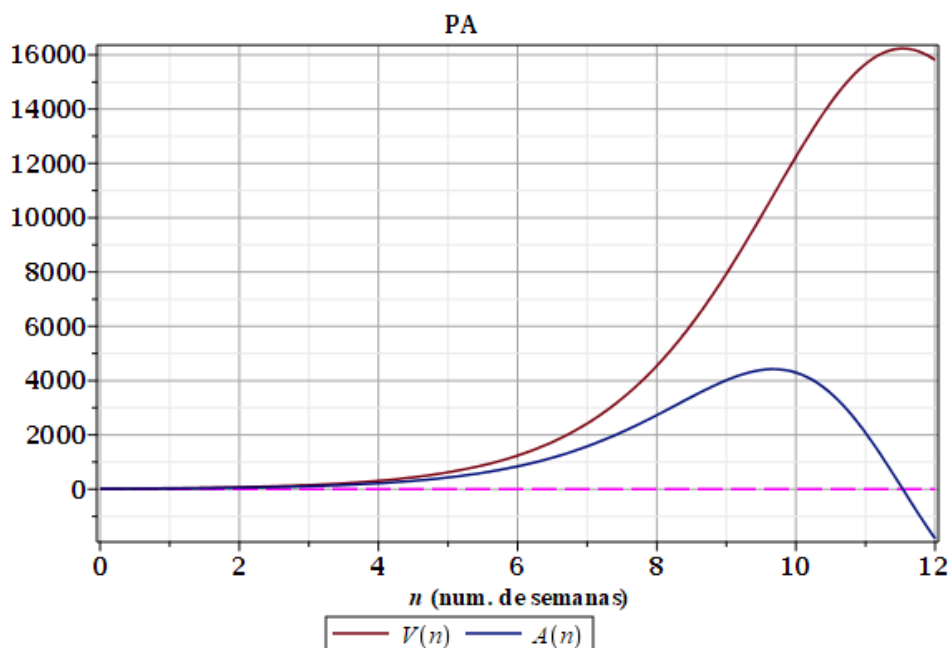


Figura 73: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Pará. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 11.5$.

VI.4.15. Amazonas

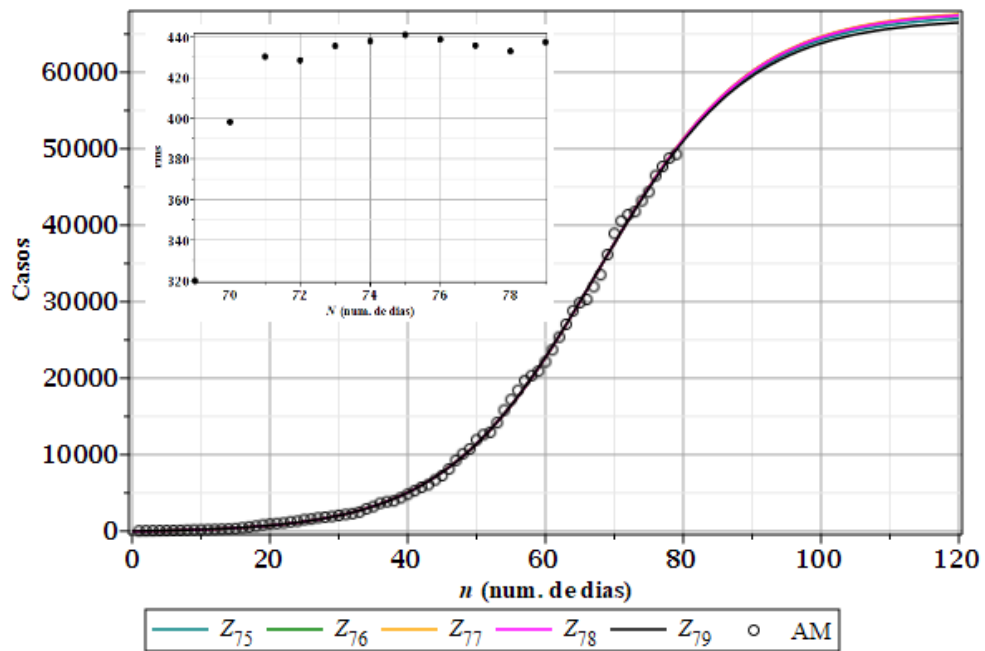


Figura 74: Casos diários de Covid-19 no estado do Amazonas e *rms* (detalhe).

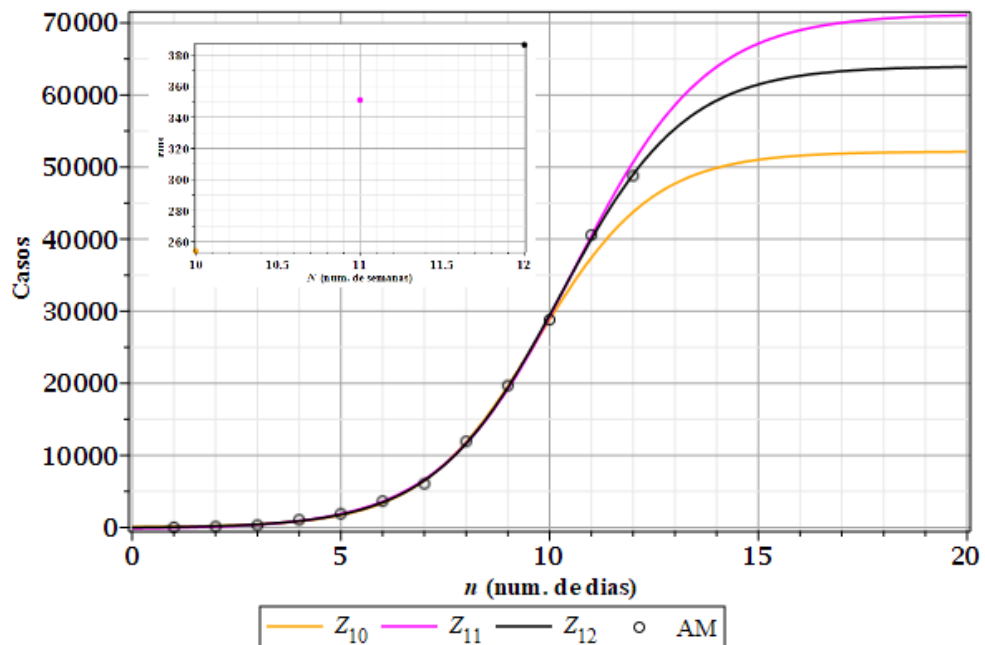


Figura 75: Casos semanais de Covid-19 no estado do Amazonas e *rms* (detalhe).

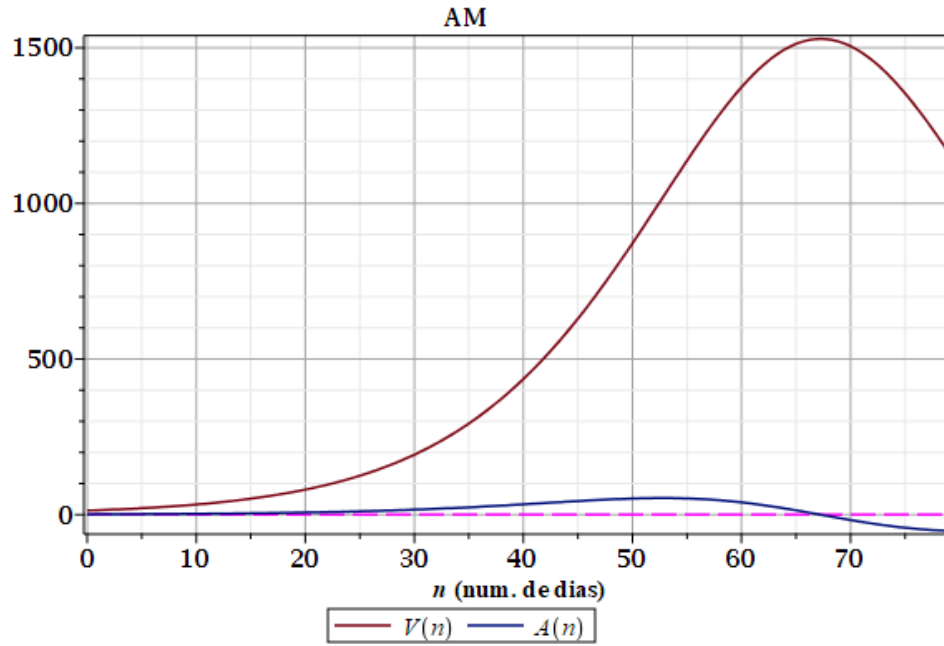


Figura 76: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Amazonas. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 67$.

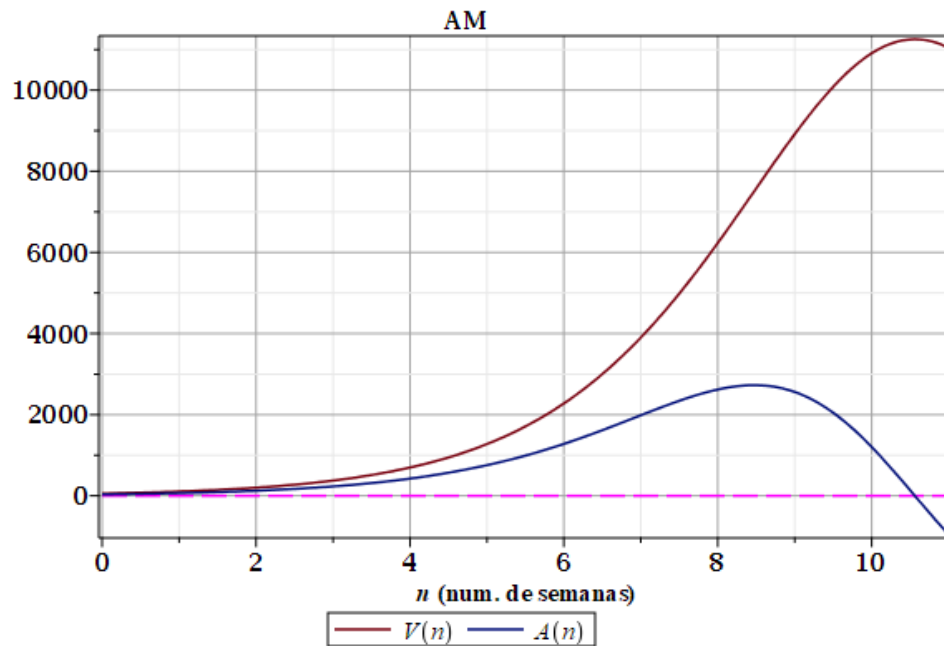


Figura 77: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Amazonas. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 10.2$.

VI.4.16. Amapá

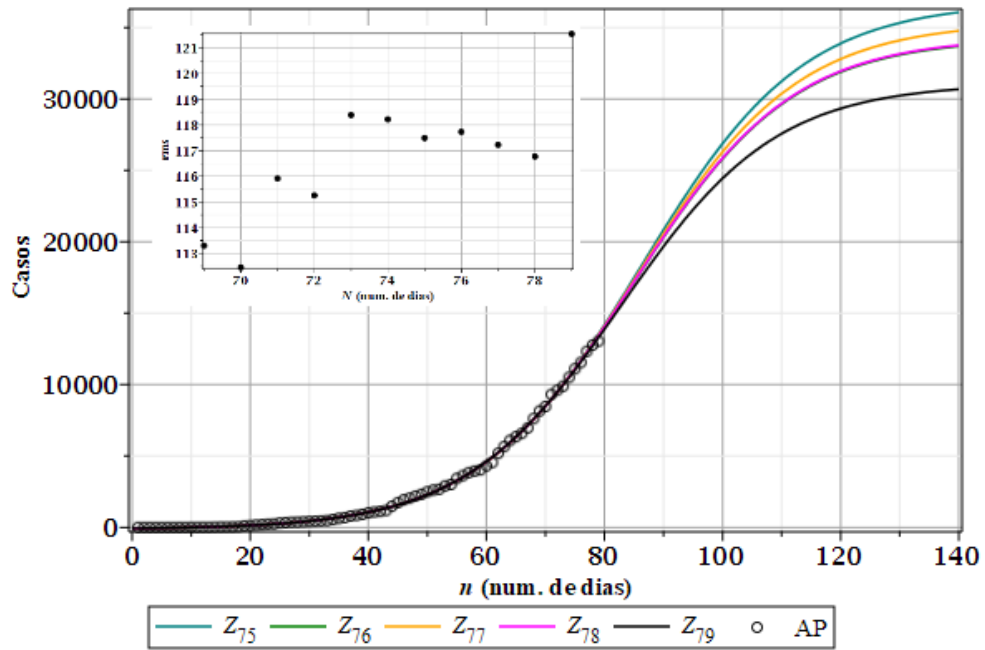


Figura 78: Casos diários de Covid-19 no estado do Amapá e rms (detalhe).

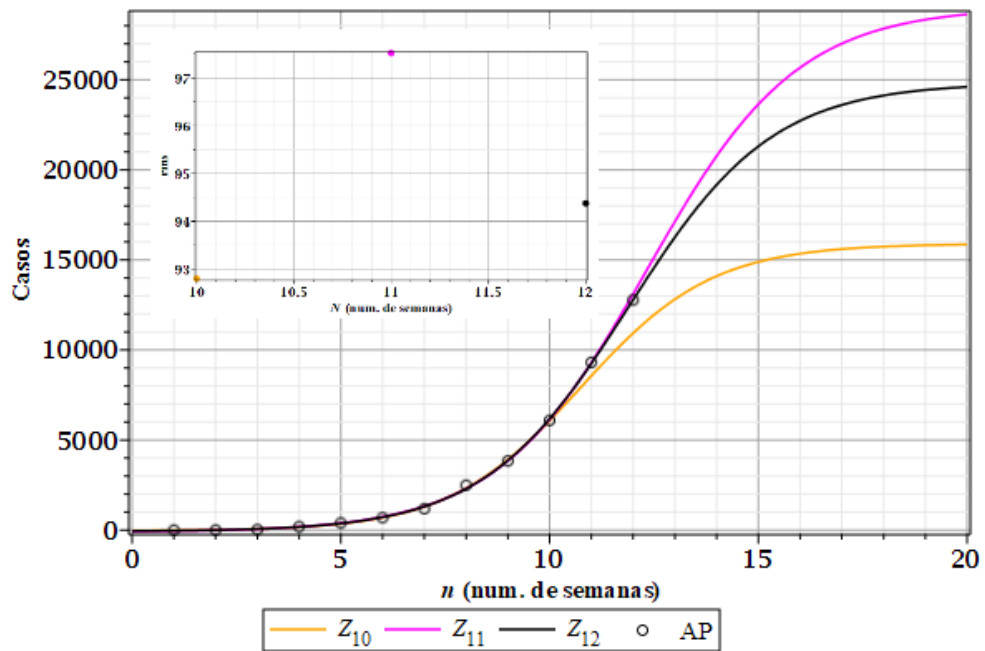


Figura 79: Casos semanais de Covid-19 no estado do Amapá e rms (detalhe).

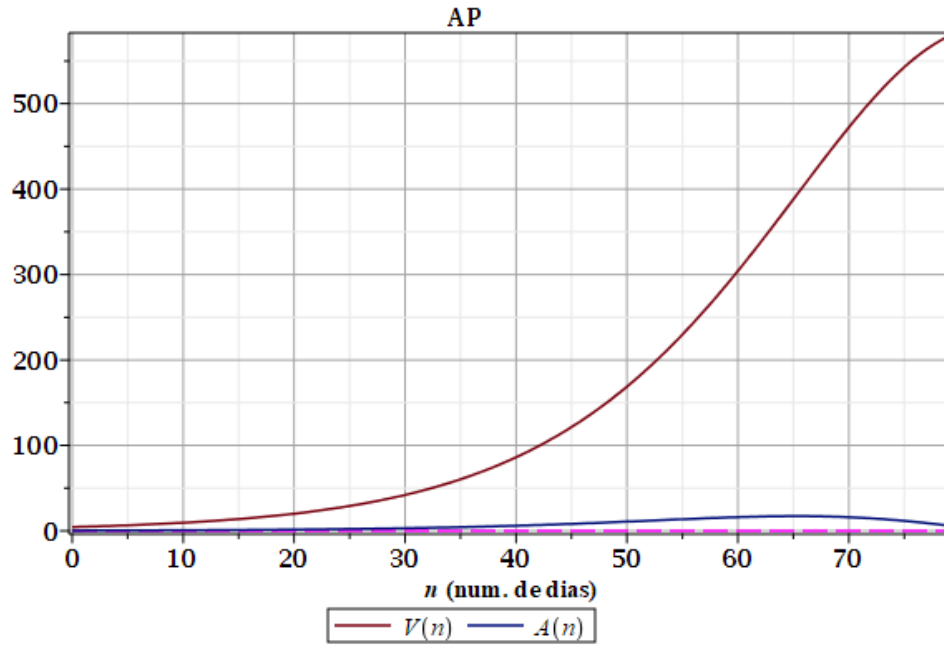


Figura 80: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Amapá. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

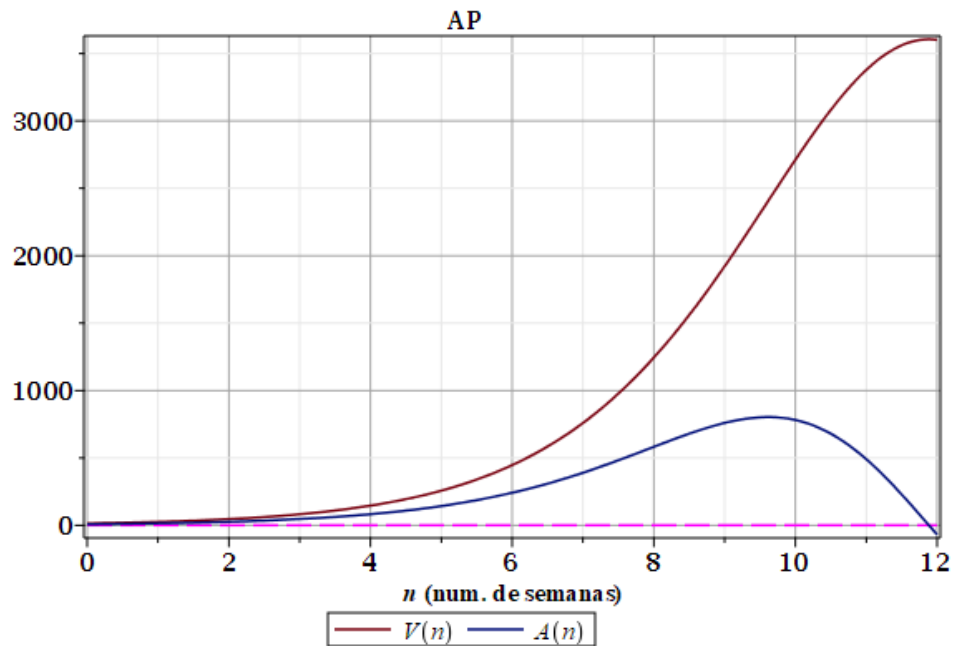


Figura 81: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Amapá. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 11,9$.

VI.4.17. Acre

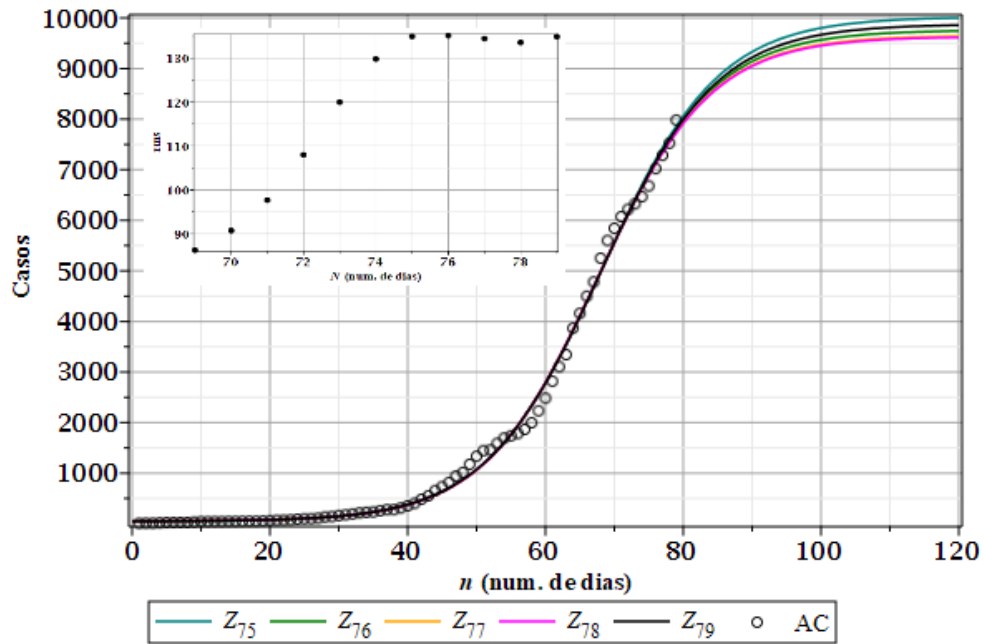


Figura 82: Casos diários de Covid-19 no estado do Acre e *rms* (detalhe).

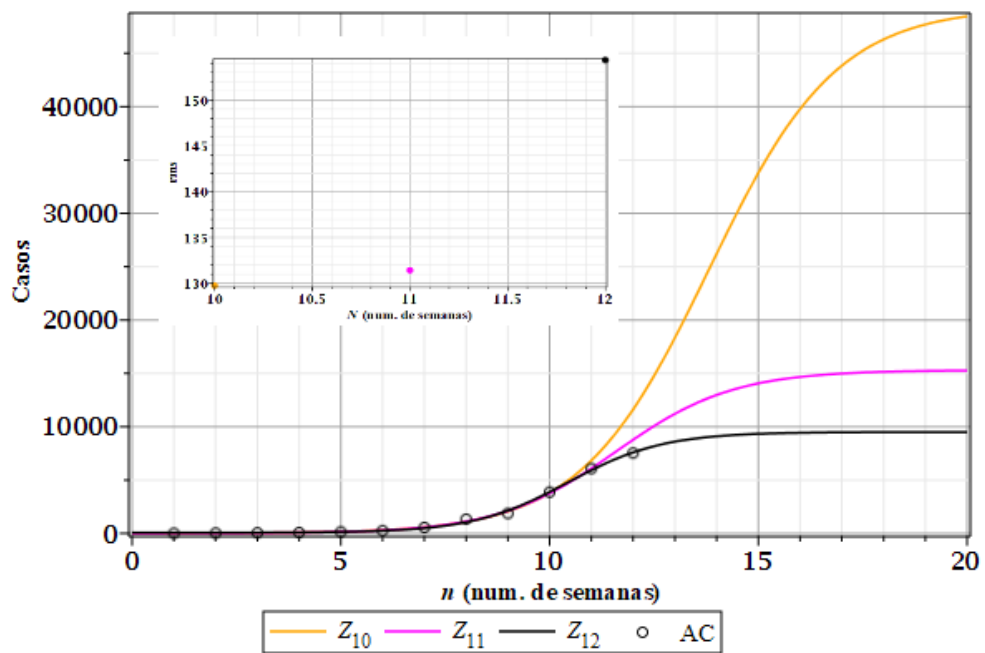


Figura 83: Casos semanais de Covid-19 no estado do Acre e *rms* (detalhe).

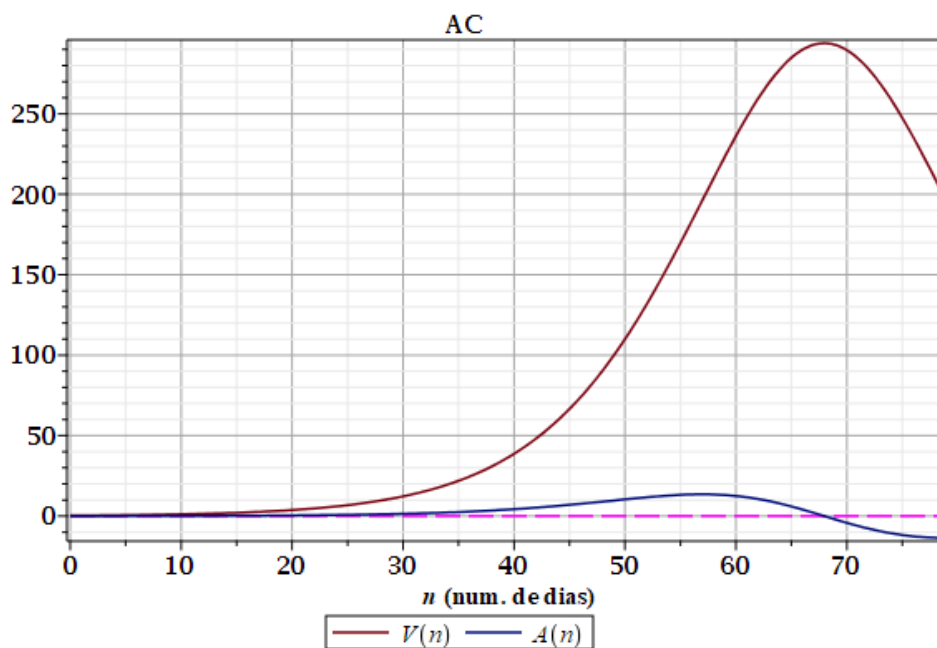


Figura 84: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Acre. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 68$.

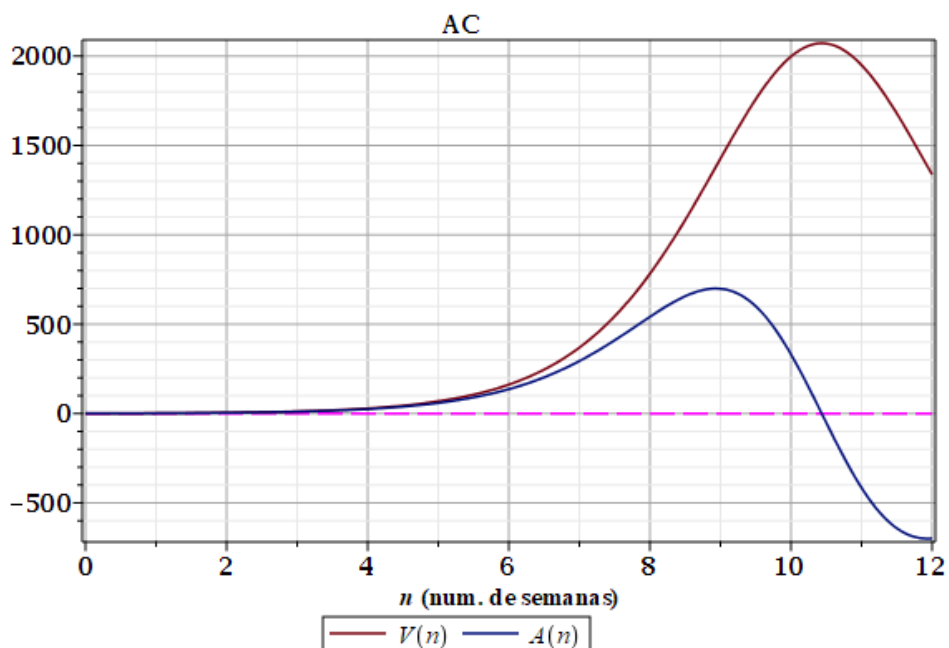


Figura 85: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Acre. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 10.4$.

VI.4.18. Rondônia

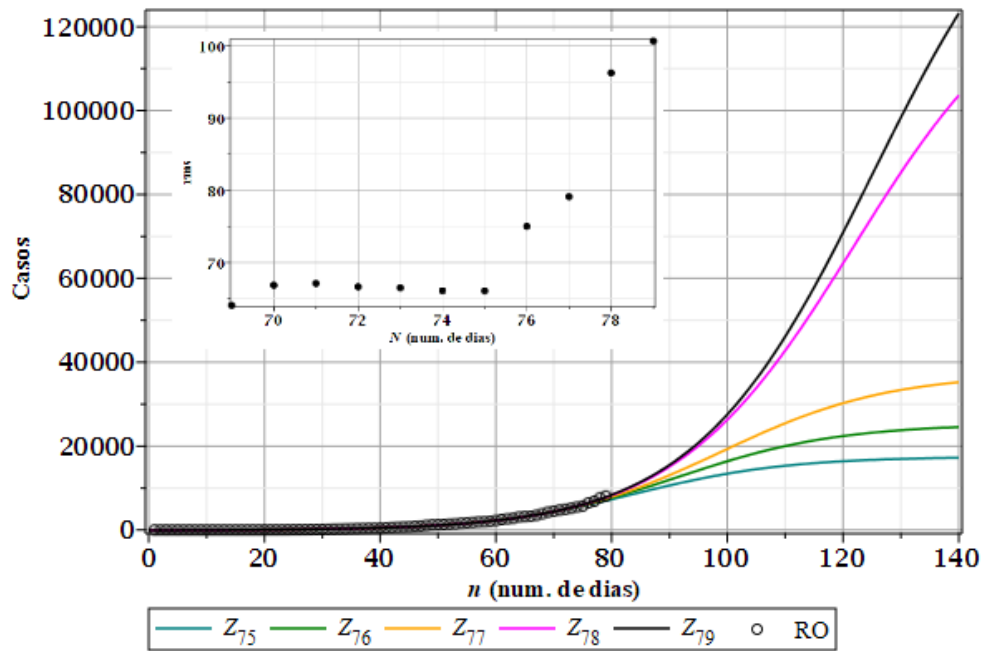


Figura 86: Casos diários de Covid-19 no estado de Rondônia e *rms* (detalhe).

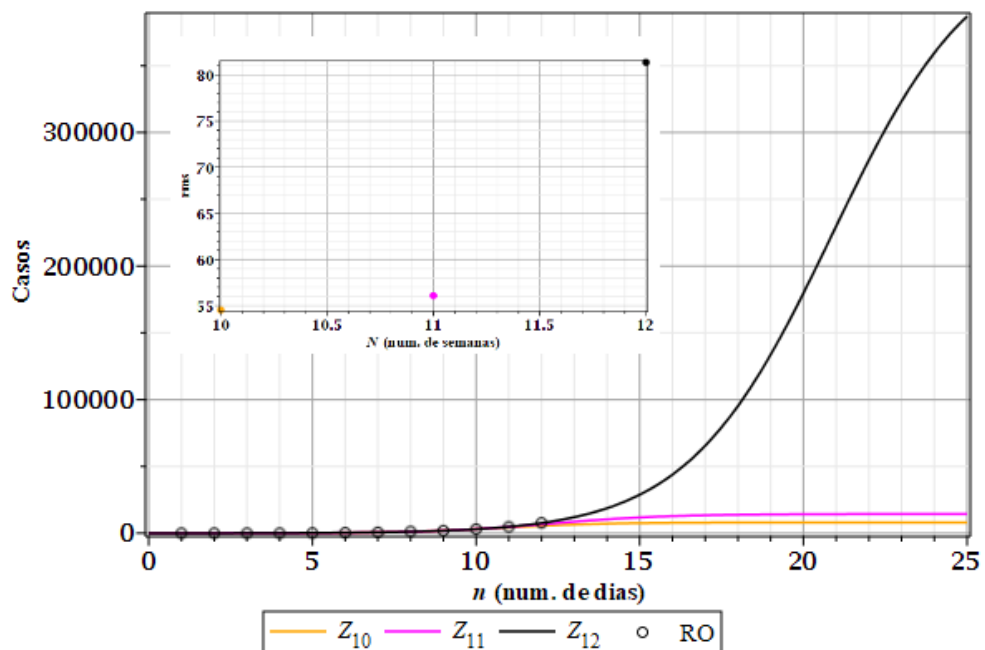


Figura 87: Casos semanais de Covid-19 no estado de Rondônia e *rms* (detalhe).

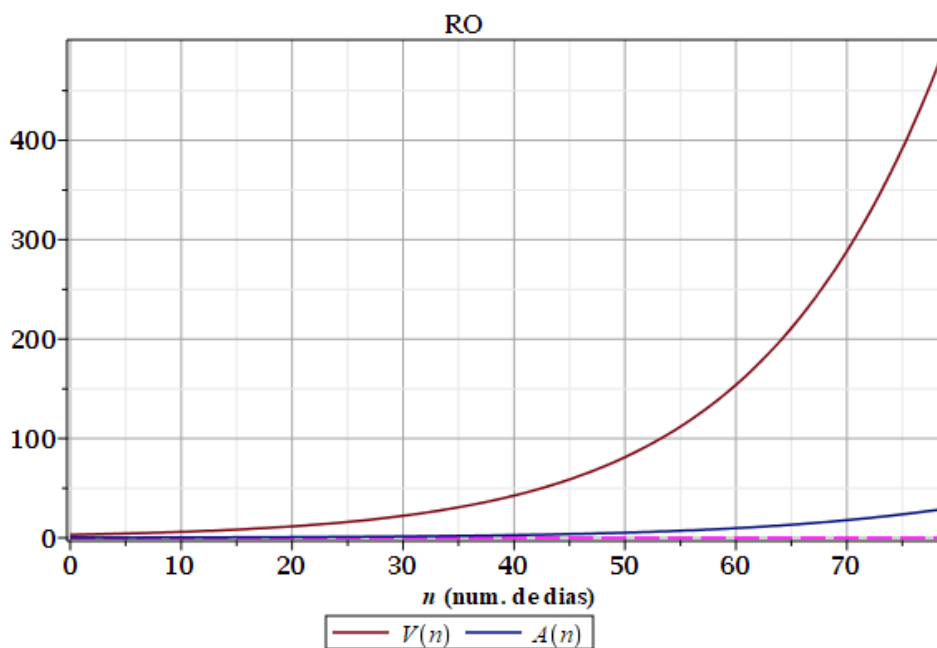


Figura 88: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Rondônia. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

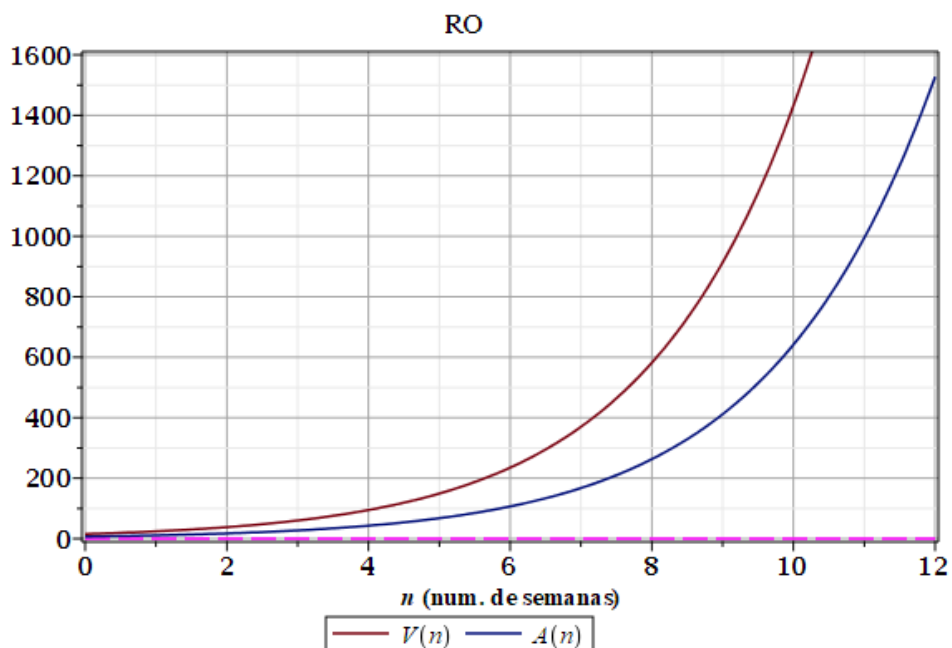


Figura 89: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Rondônia. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.19. Tocantins

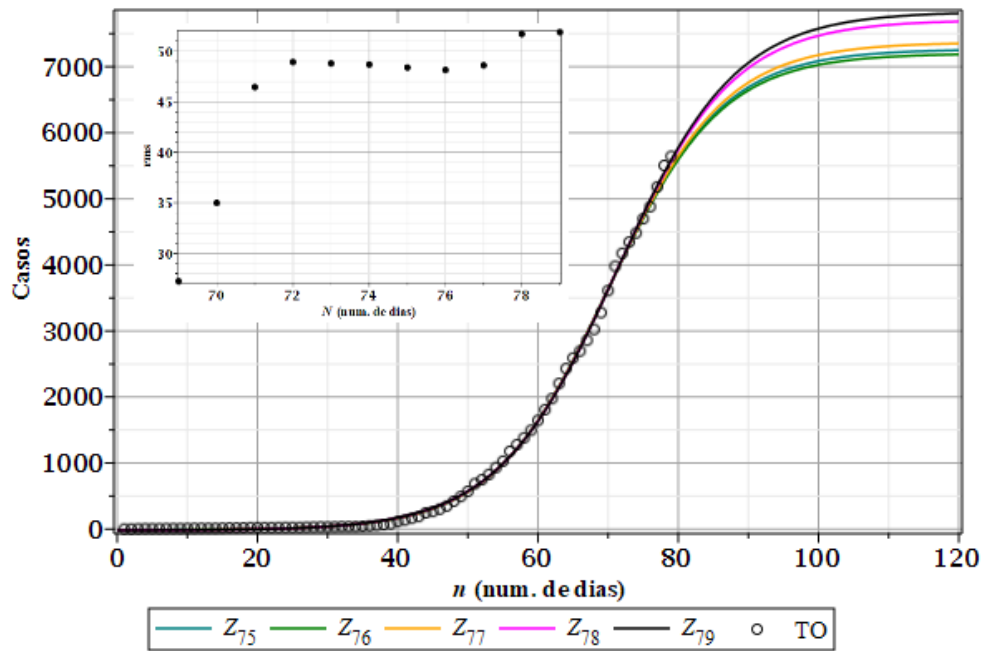


Figura 90: Casos diários de Covid-19 no estado do Tocantins e rms (detalhe).

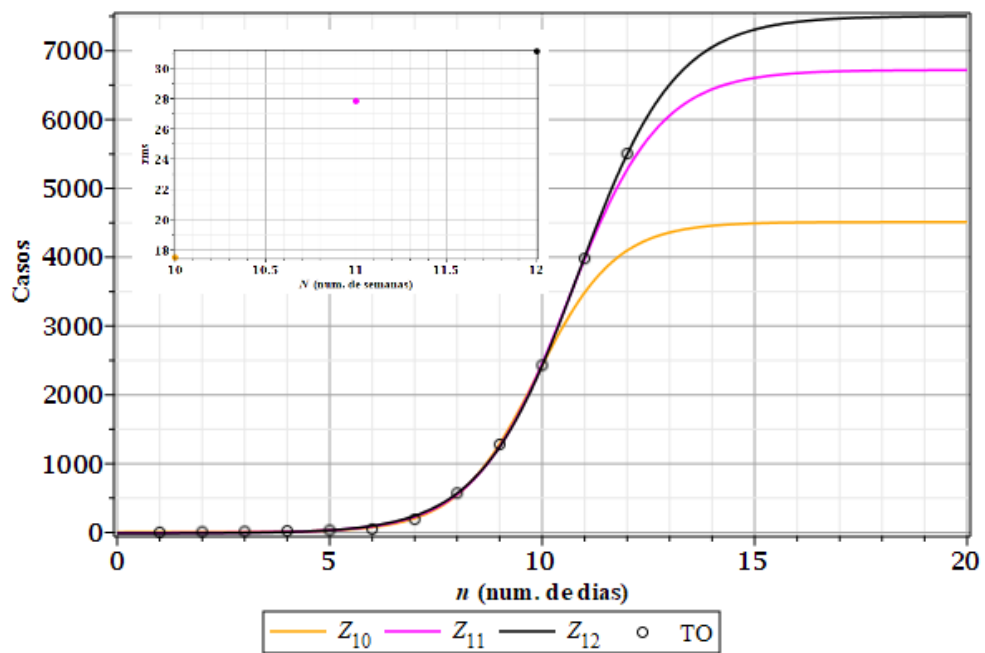


Figura 91: Casos semanais de Covid-19 no estado do Tocantins e rms (detalhe).

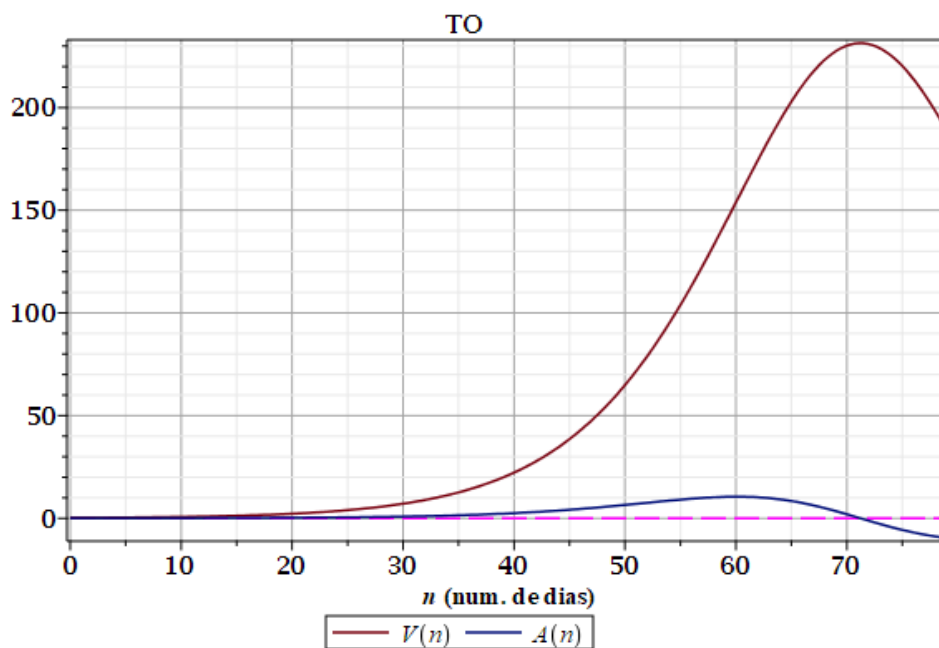


Figura 92: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Tocantins. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 71$.

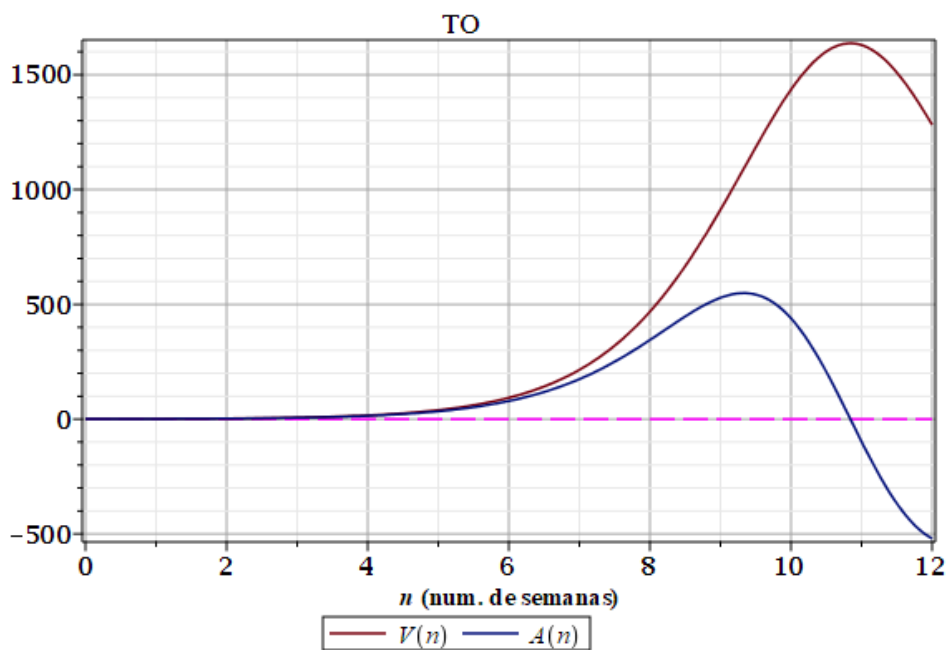


Figura 93: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Tocantins. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 10.8$.

VI.4.20. Roraima

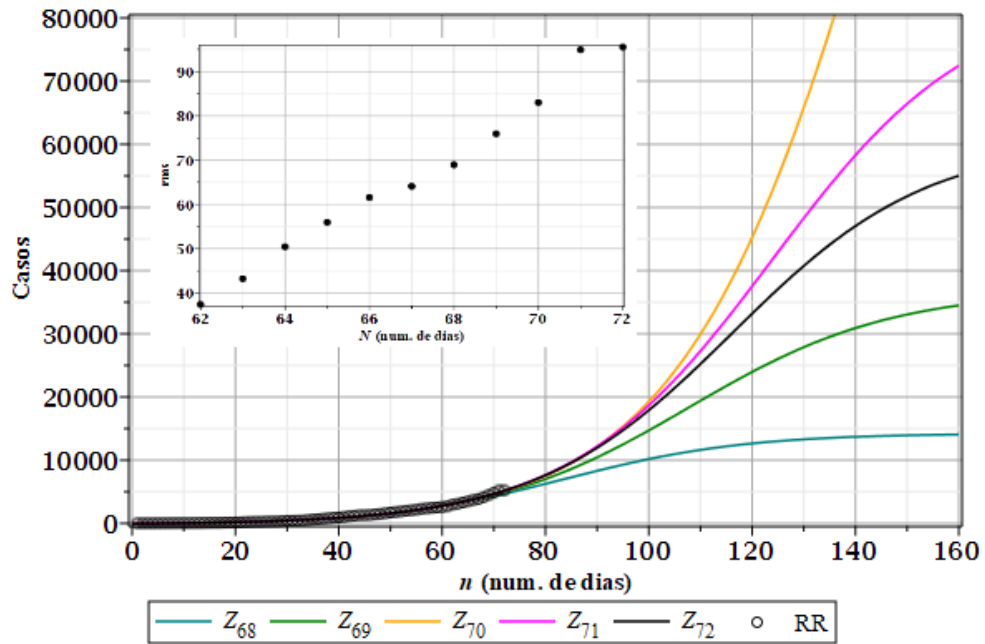


Figura 94: Casos diários de Covid-19 no estado de Roraima e rms (detalhe).

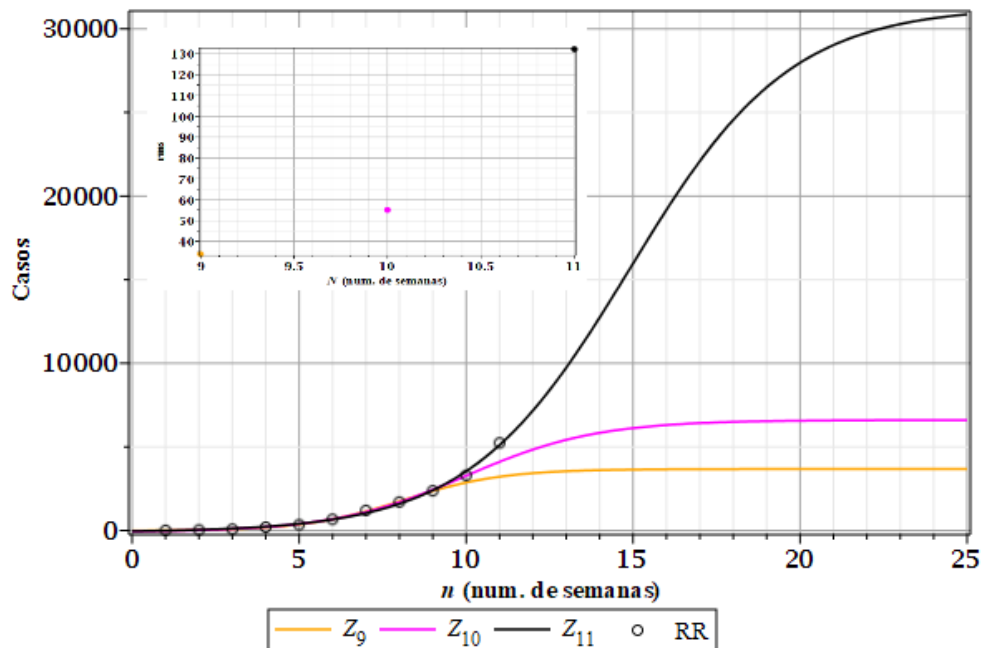


Figura 95: Casos semanais de Covid-19 no estado de Roraima e rms (detalhe).

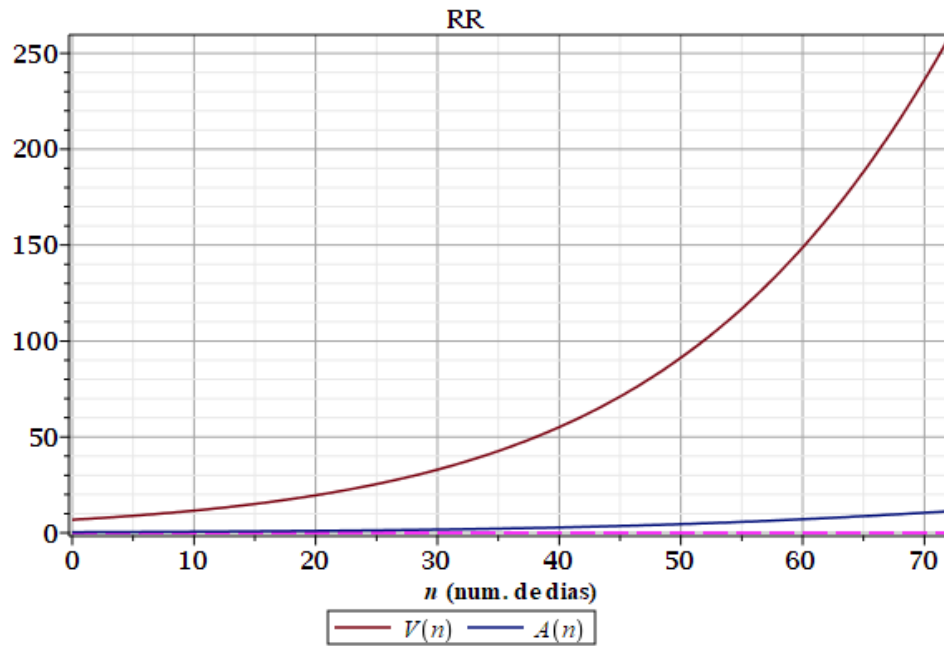


Figura 96: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{72}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Roraima. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

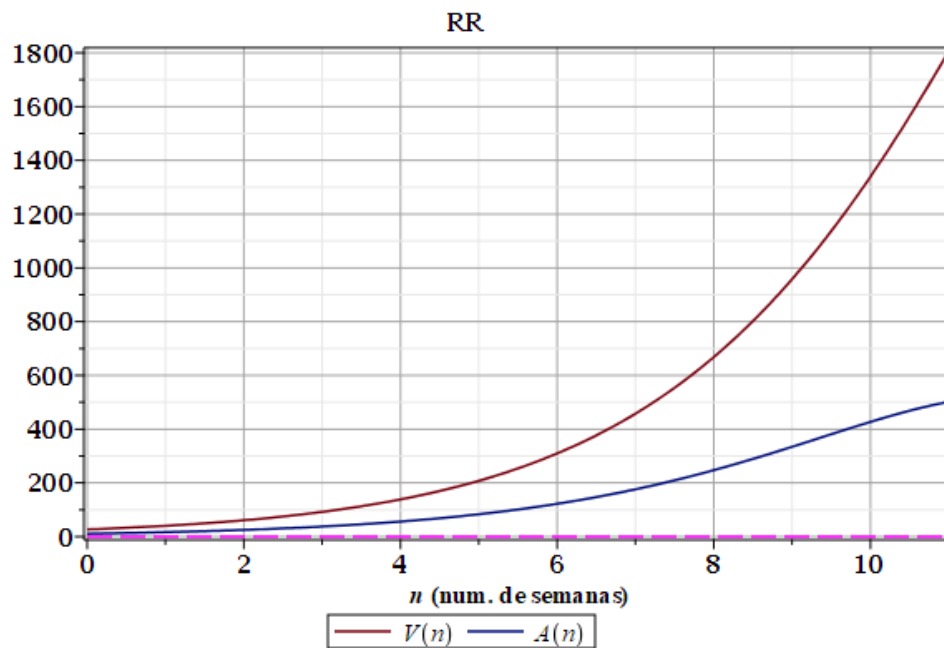


Figura 97: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{11}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Roraima. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.21. Rio Grande do Sul

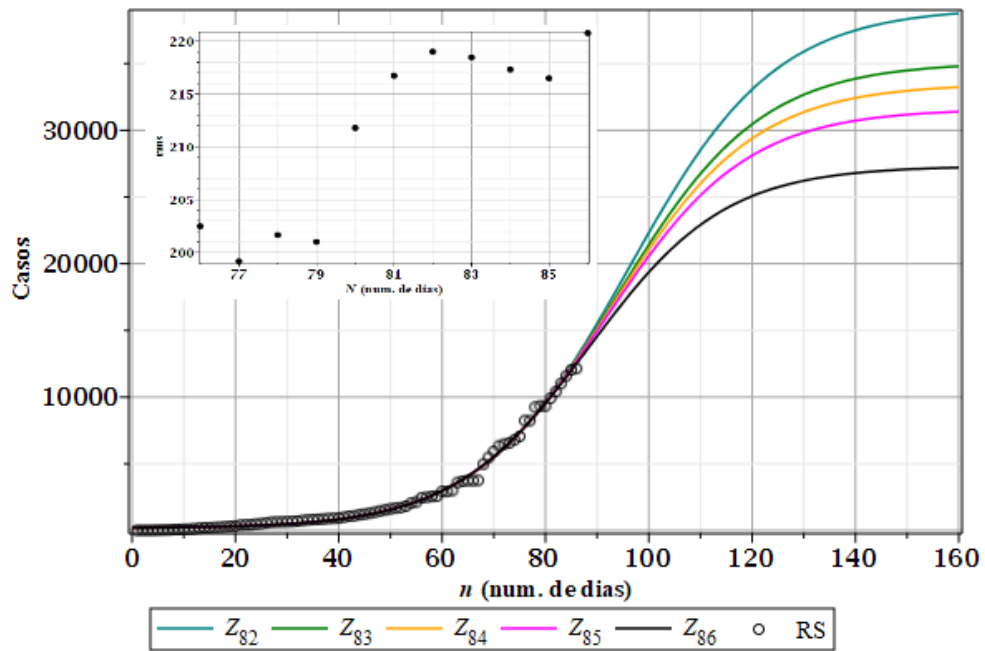


Figura 98: Casos diários de Covid-19 no estado do Rio Grande do Sul e rms (detalhe).

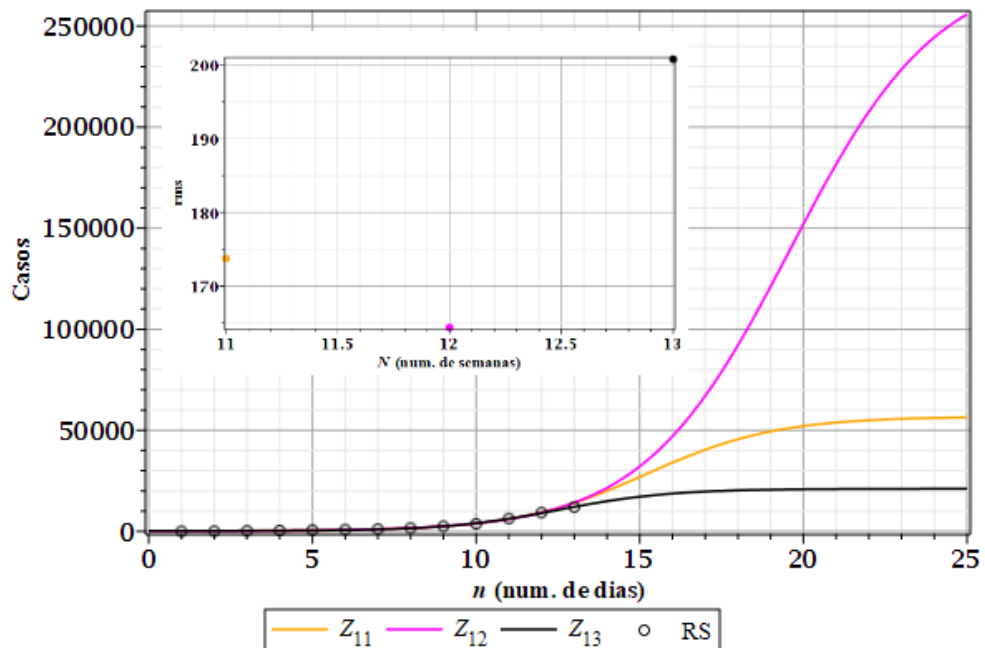


Figura 99: Casos semanais de Covid-19 no estado do Rio Grande do Sul e rms (detalhe).

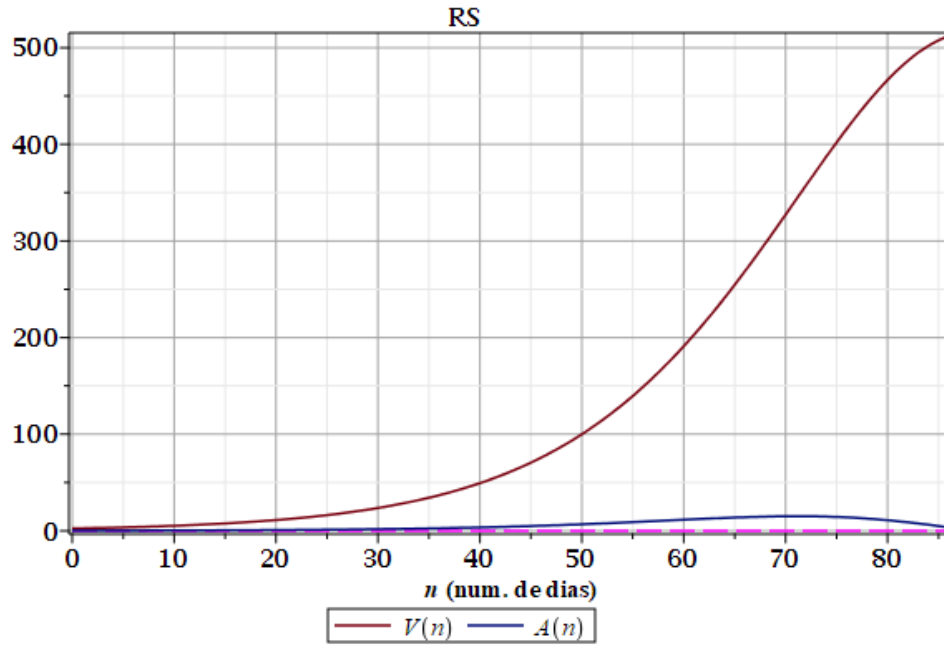


Figura 100: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{86}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio Grande do Sul. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

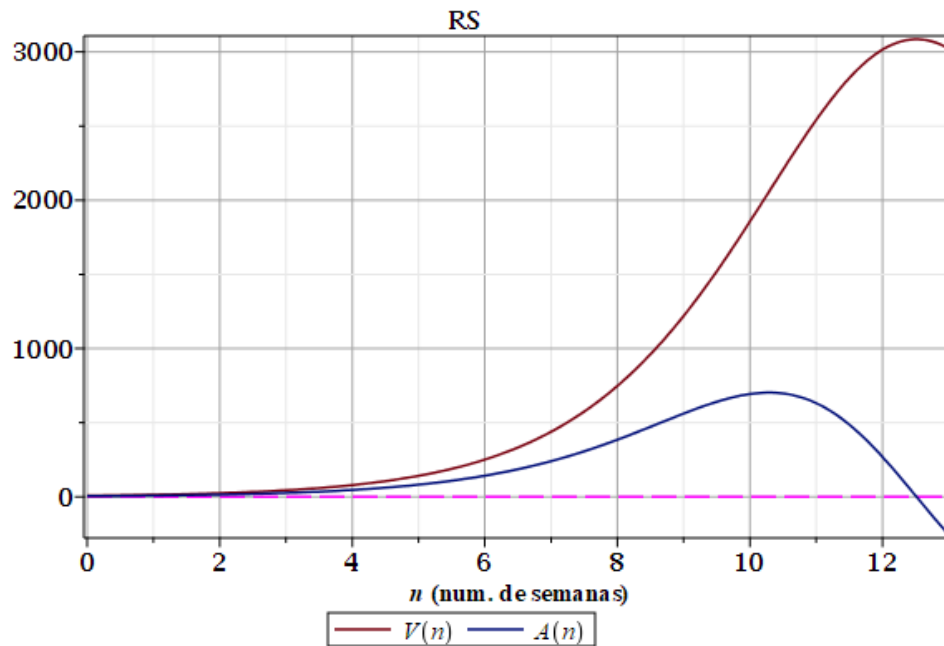


Figura 101: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{13}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Rio Grande do Sul. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: $n \approx 12.5$.

VI.4.22. Santa Catarina

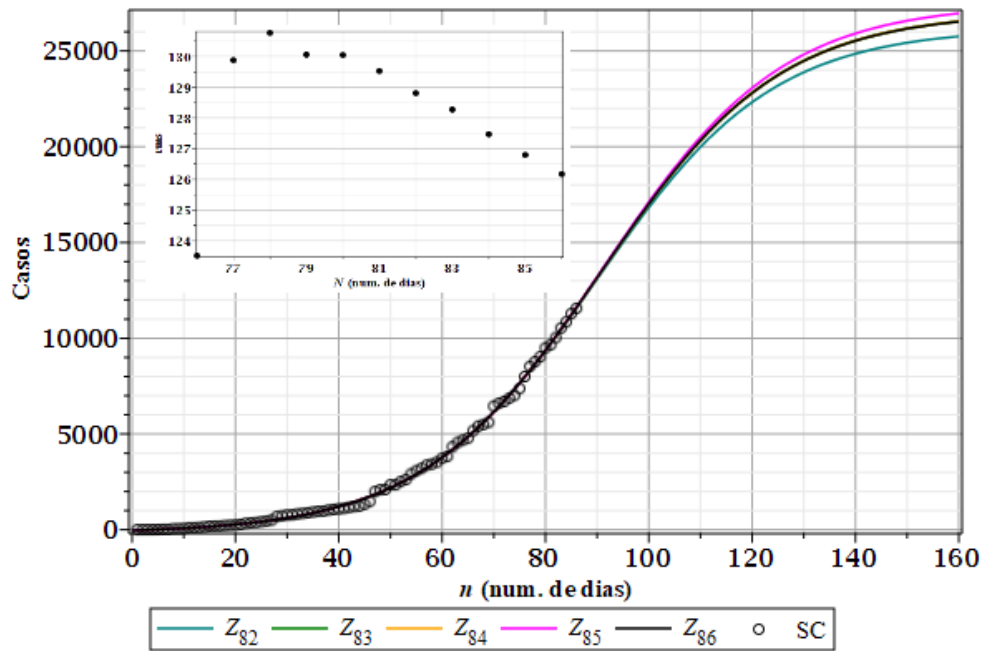


Figura 102: Casos diários de Covid-19 no estado de Santa Catarina e *rms* (detalhe).

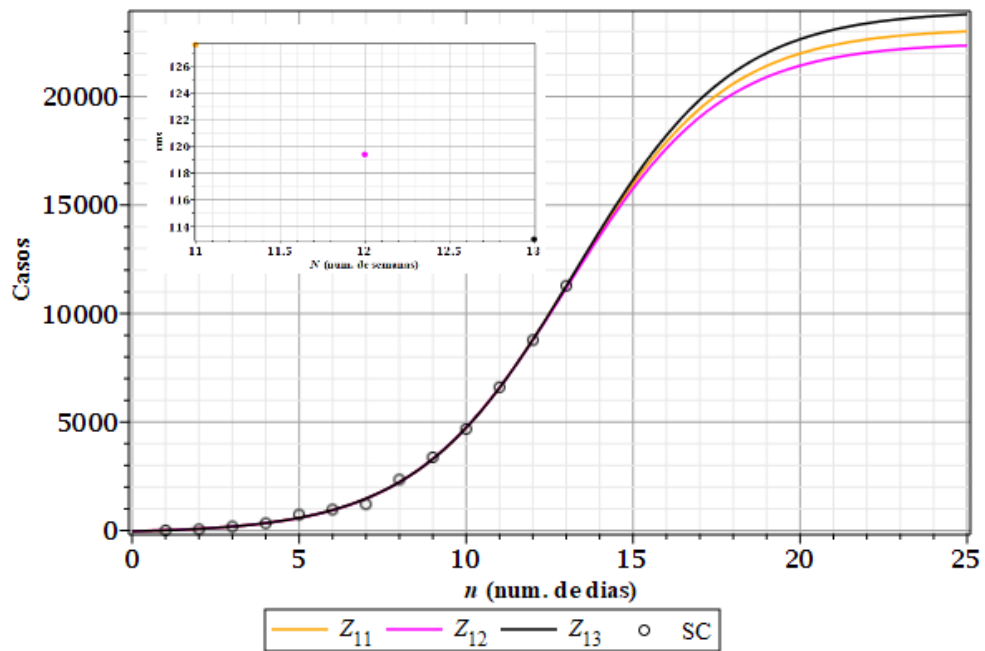


Figura 103: Casos semanais de Covid-19 no estado de Santa Catarina e *rms* (detalhe).

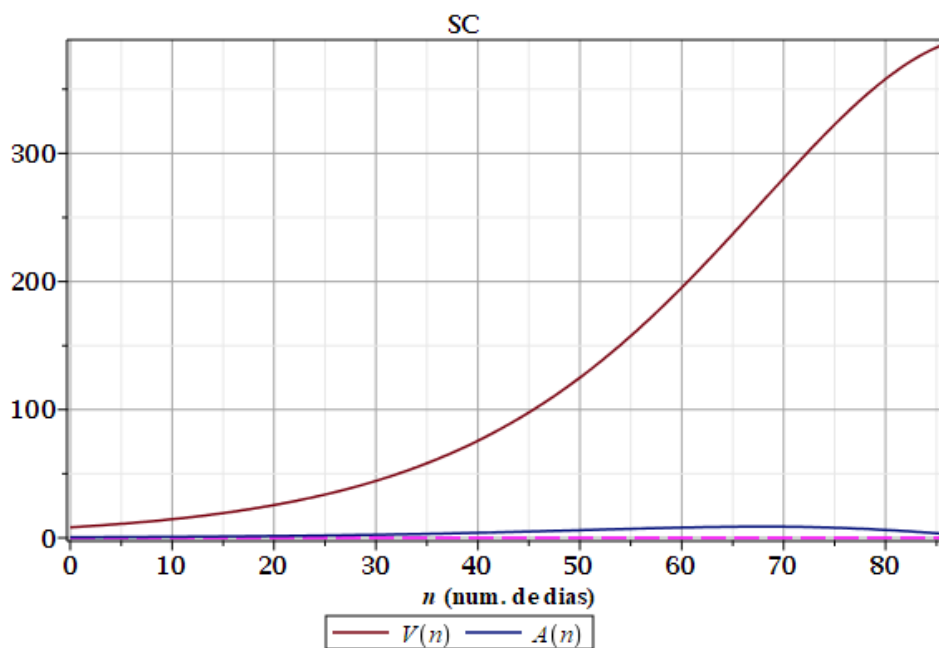


Figura 104: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{86}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Santa Catarina. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

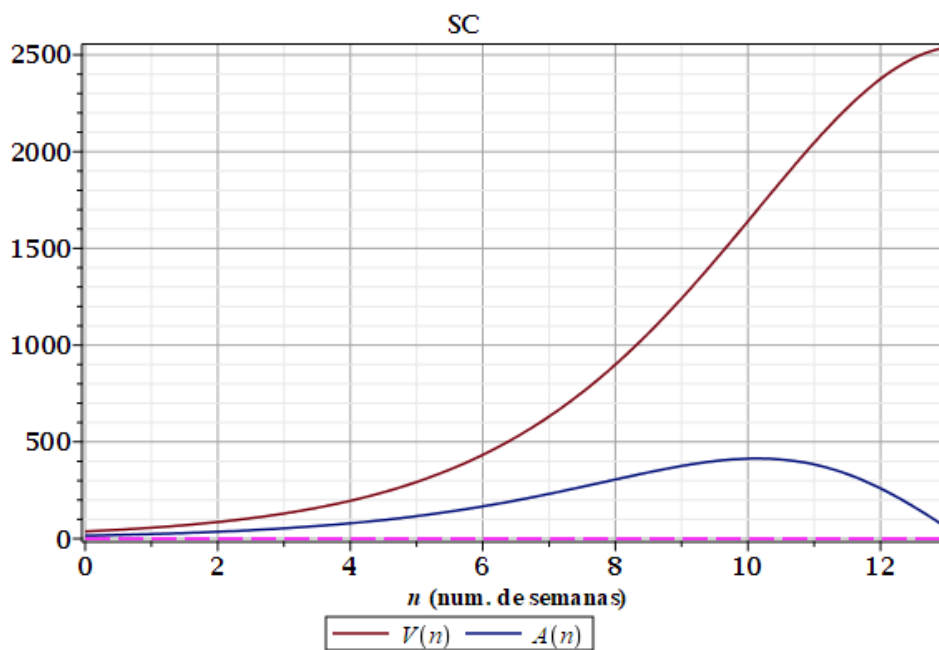


Figura 105: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{13}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Santa Catarina. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.23. Paraná

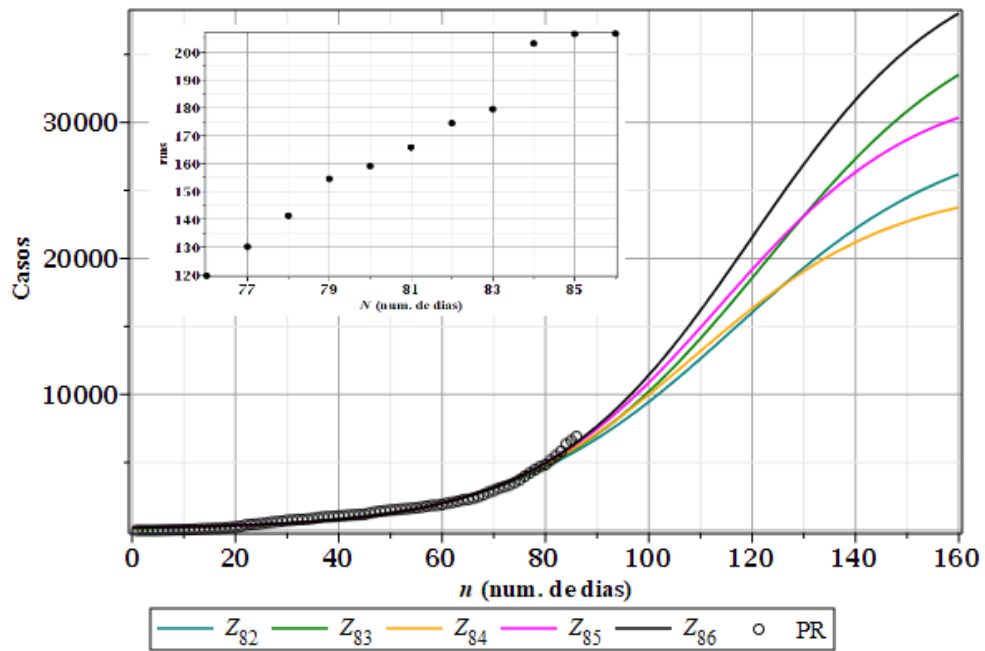


Figura 106: Casos diários de Covid-19 no estado do Paraná e rms (detalhe).

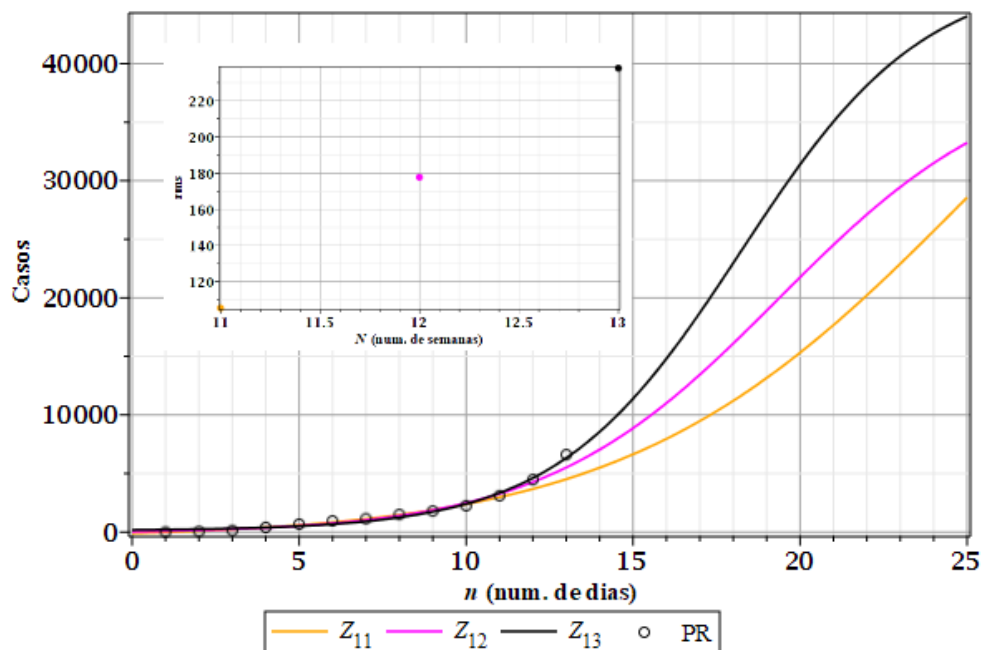


Figura 107: Casos semanais de Covid-19 no estado do Paraná e rms (detalhe).

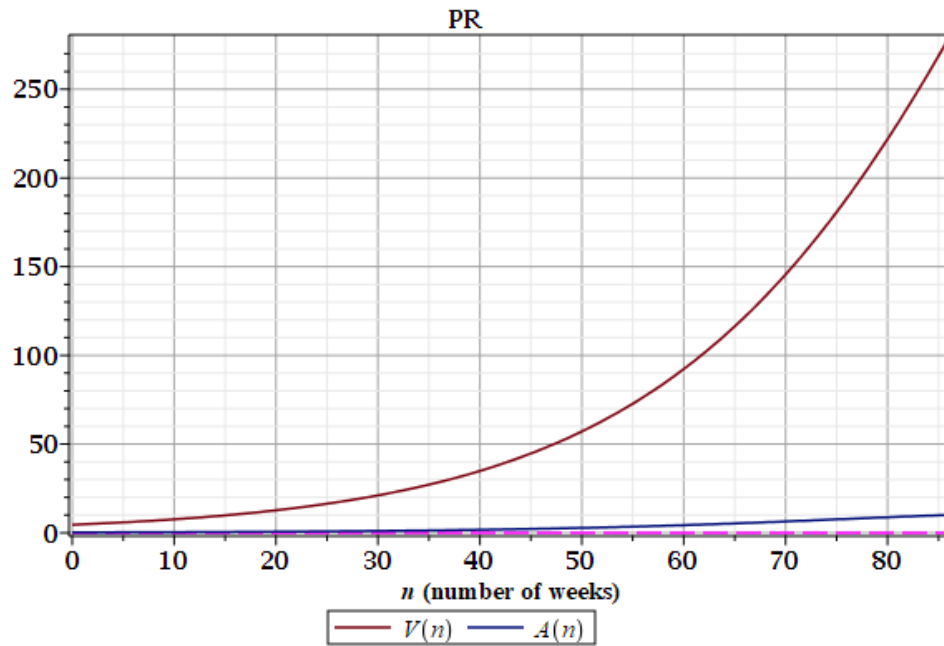


Figura 108: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{86}(n)$ decrescendo casos de Covid-19 no Paraná. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

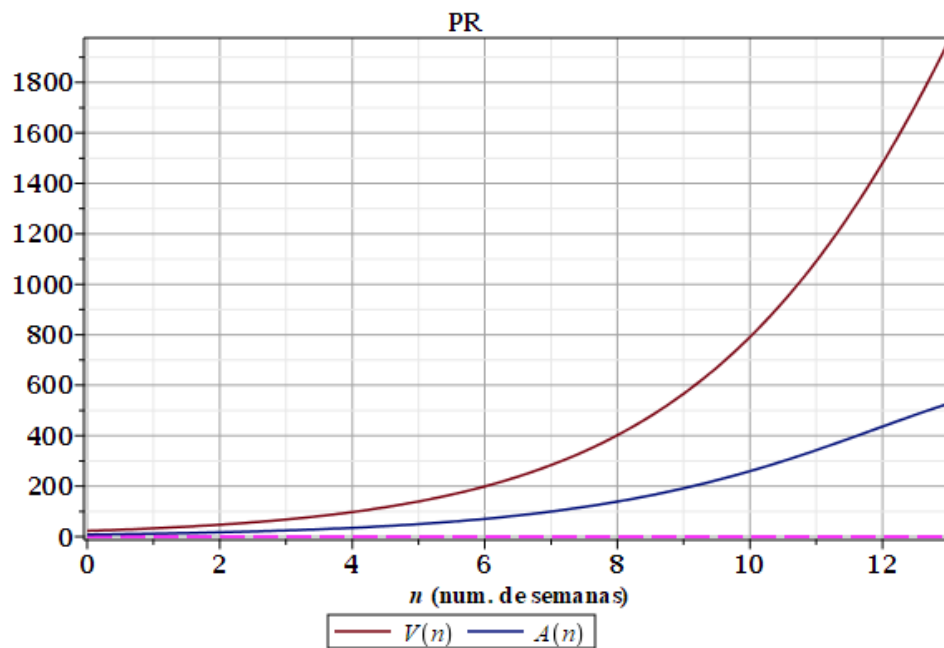


Figura 109: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{13}(n)$ decrescendo casos de Covid-19 no Paraná. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.24. Distrito Federal

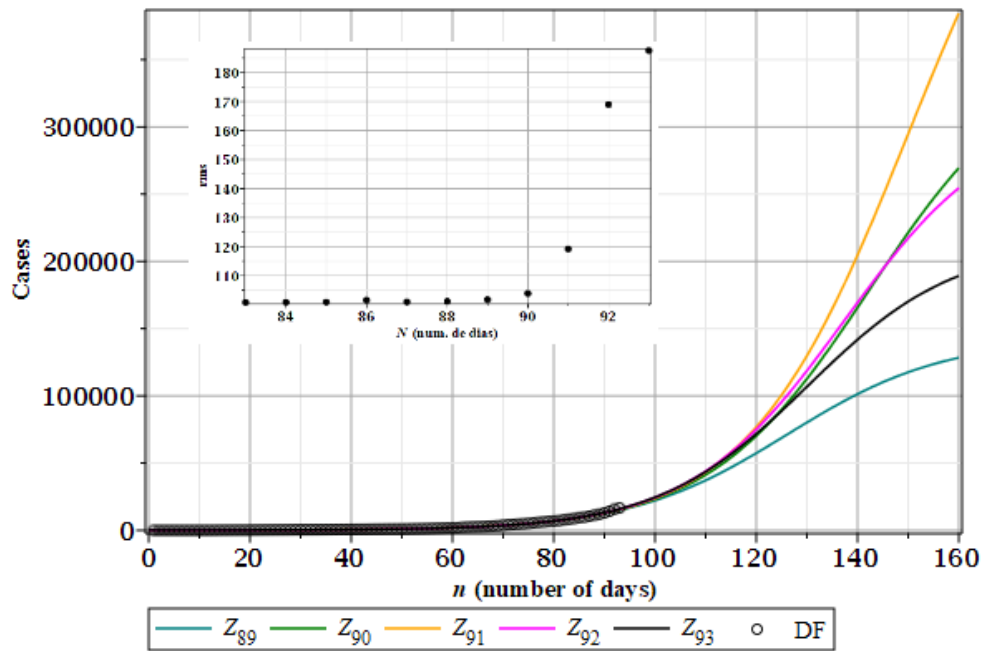


Figura 110: Casos diários de Covid-19 no estado do Distrito Federal e *rms* (detalhe).

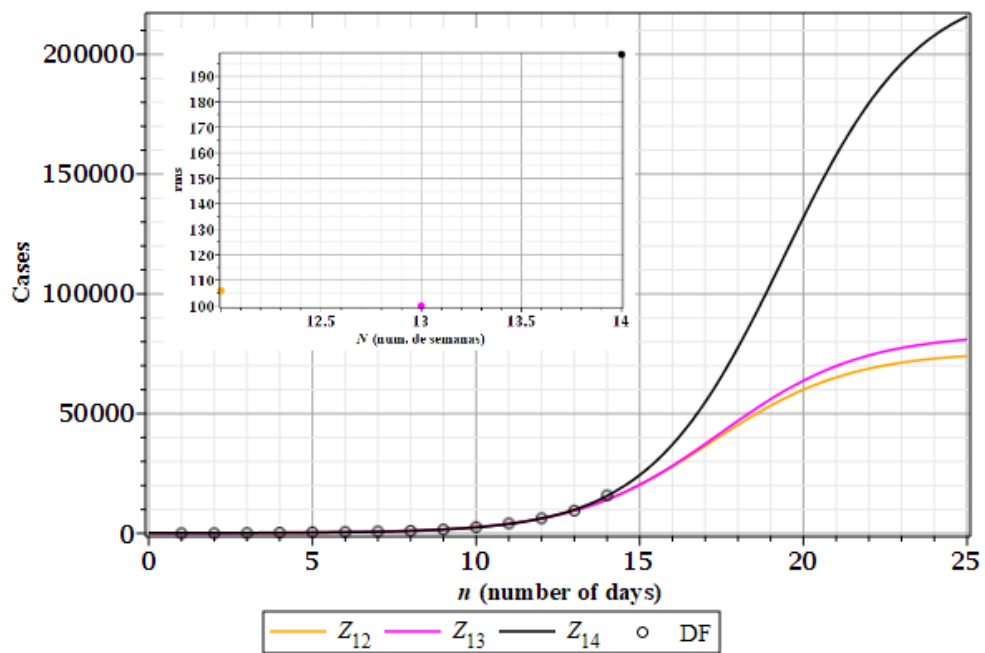


Figura 111: Casos semanais de Covid-19 no estado do Distrito Federal e *rms* (detalhe).

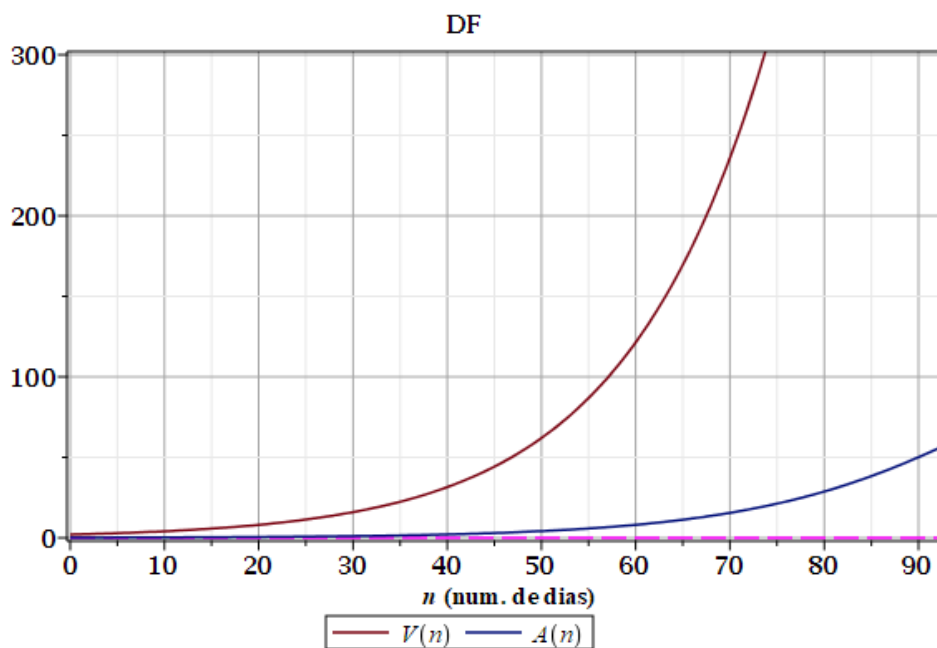


Figura 112: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{93}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Distrito Federal. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

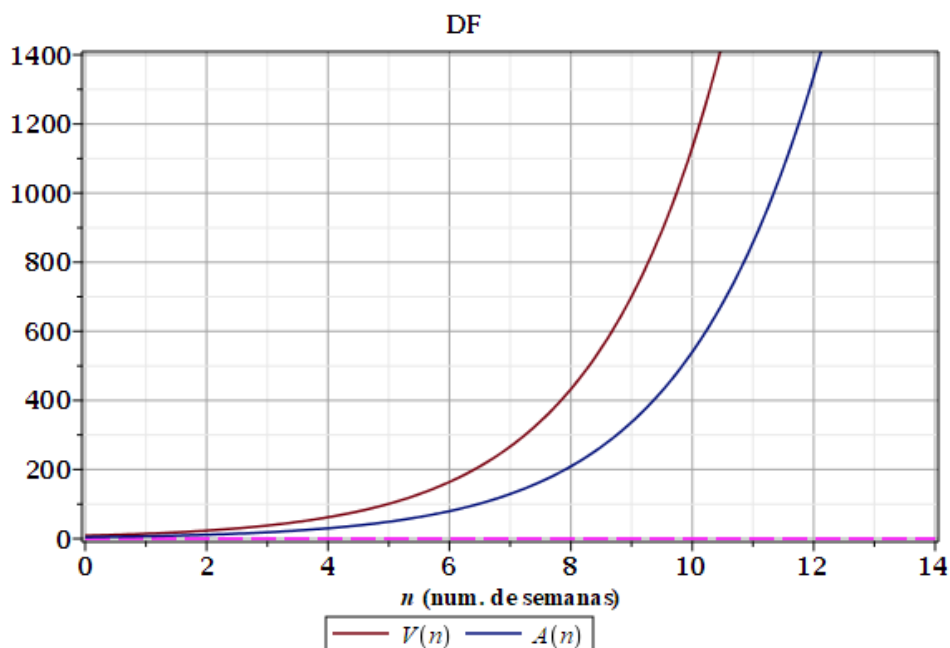


Figura 113: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{14}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Distrito Federal. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.25. Goiás

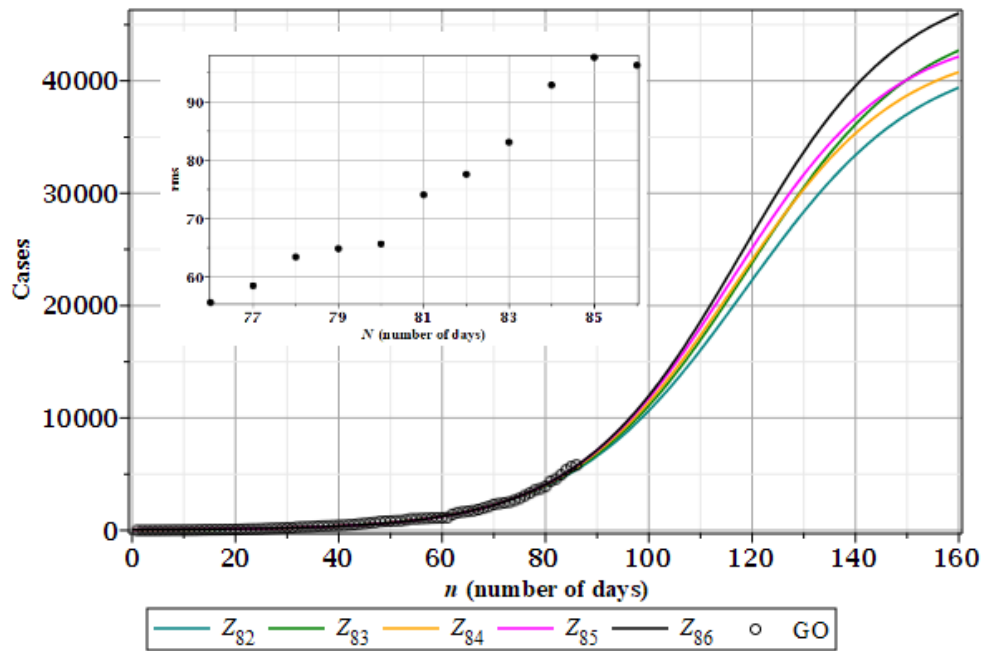


Figura 114: Casos diários de Covid-19 no estado de Goiás e *rms* (detalhe).

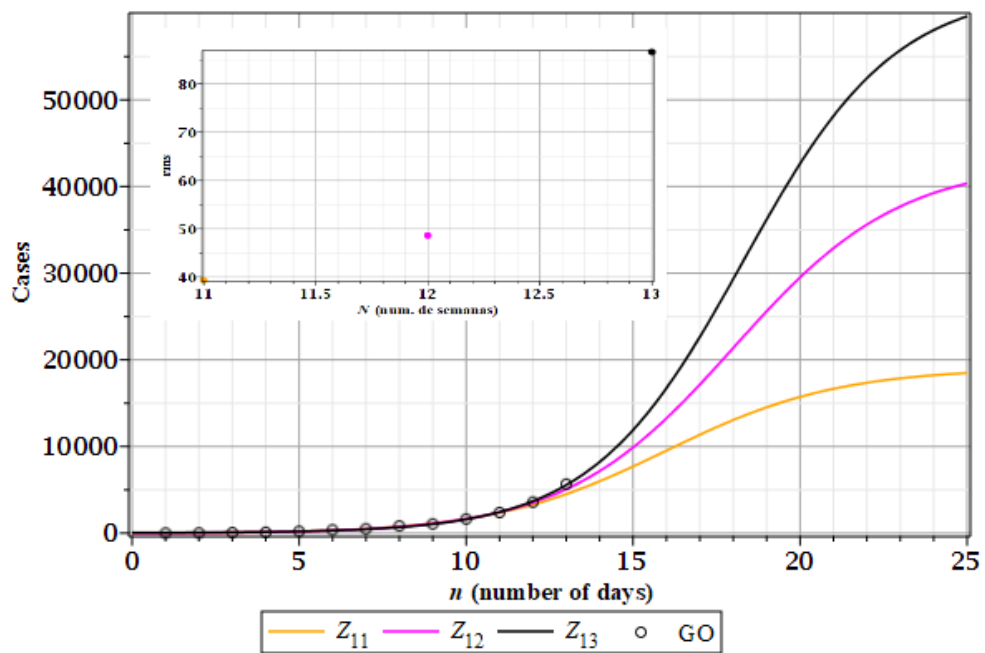


Figura 115: Casos semanais de Covid-19 no estado de Goiás e *rms* (detalhe).

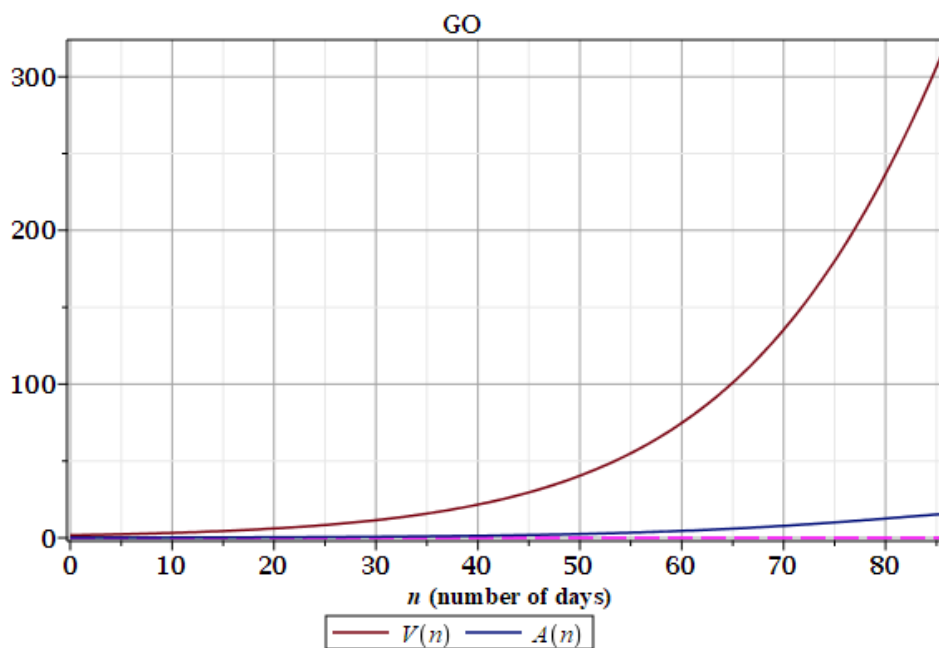


Figura 116: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{86}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Goiás. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

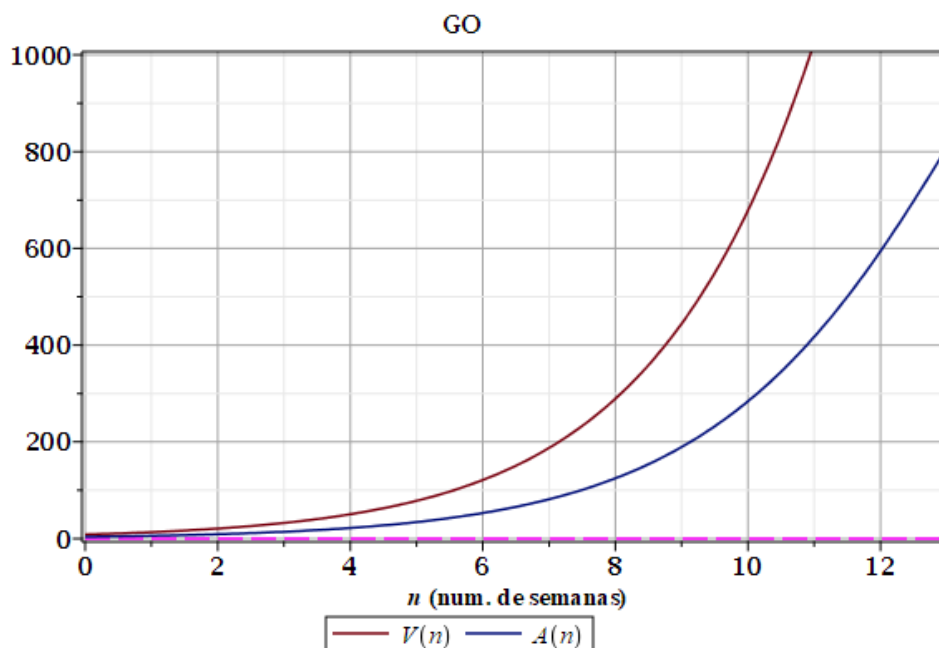


Figura 117: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{13}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 em Goiás. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.26. Mato Grosso

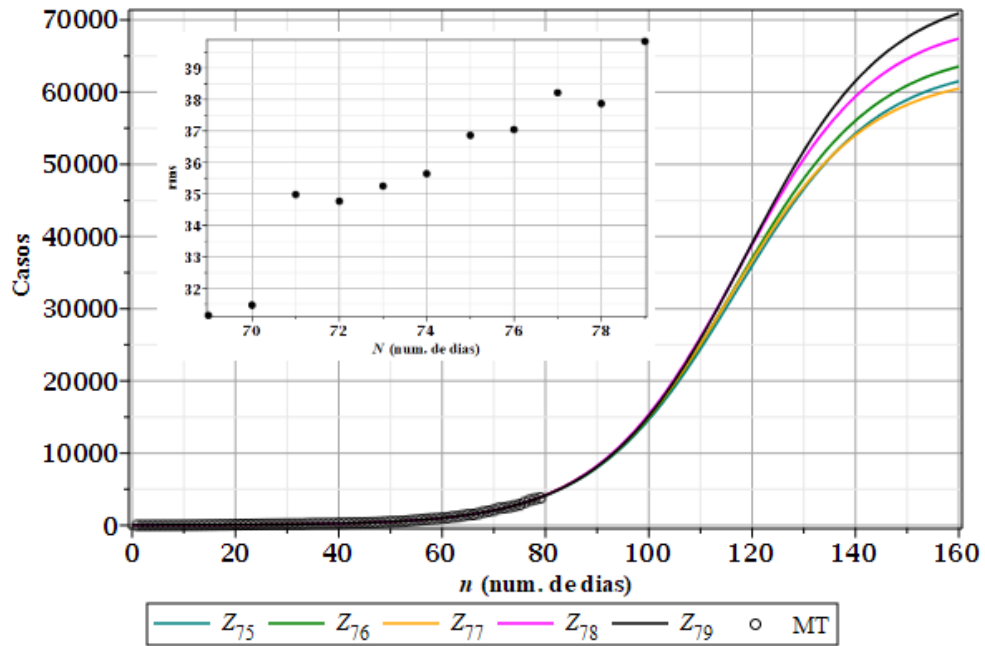


Figura 118: Casos diários de Covid-19 no estado de Mato Grosso e rms (detalhe).

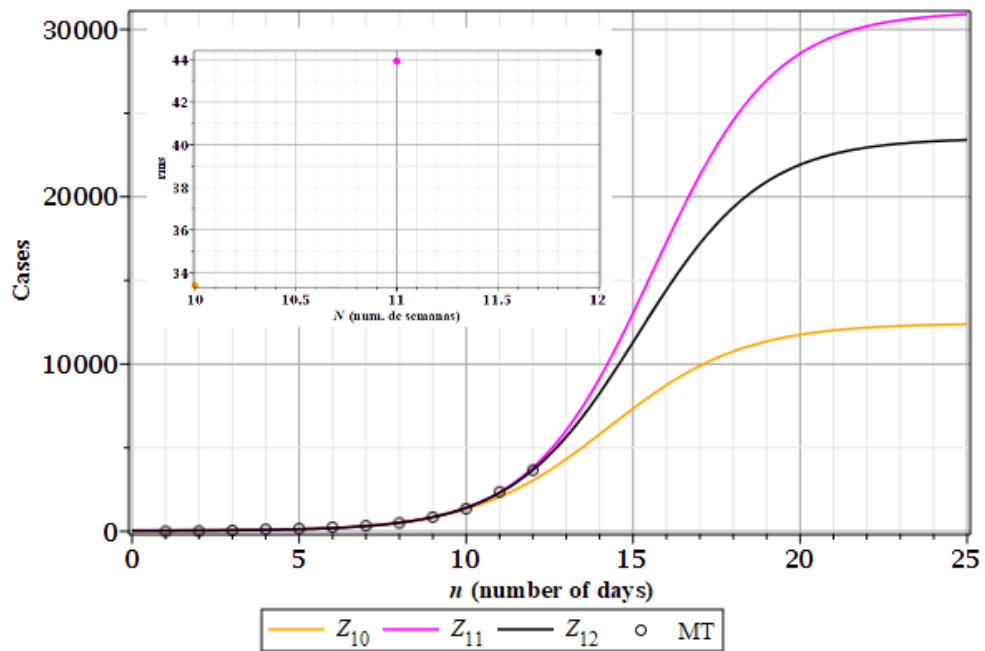


Figura 119: Casos semanais de Covid-19 no estado de Mato Grosso e rms (detalhe).

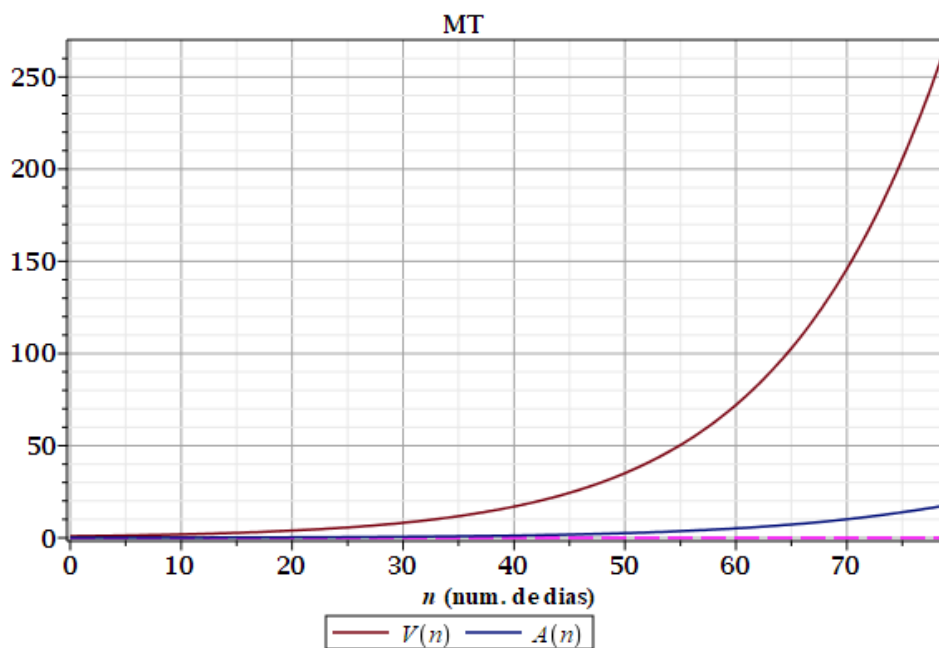


Figura 120: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Mato Grosso. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

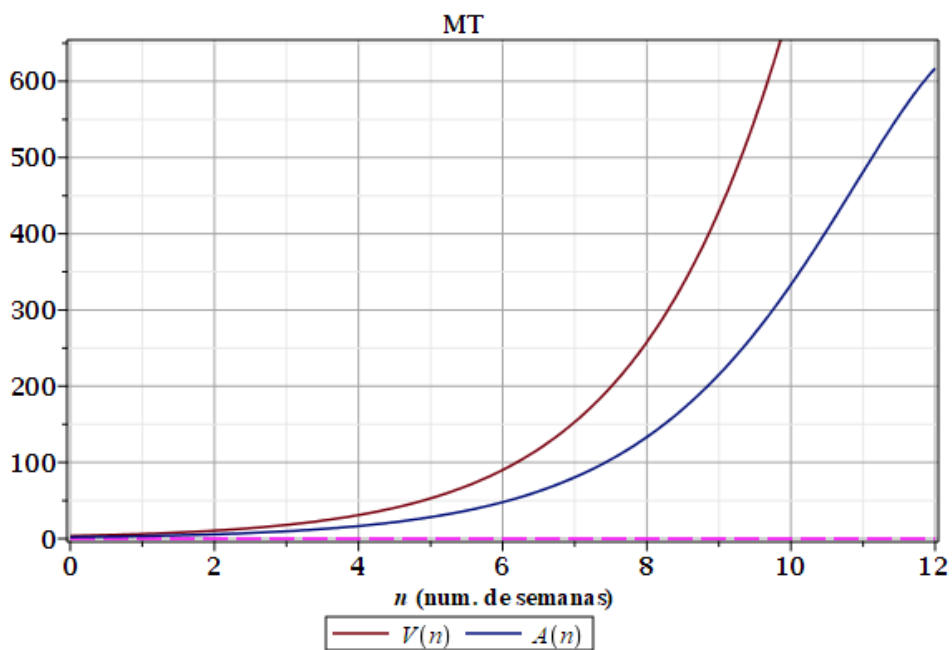


Figura 121: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Mato Grosso. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

VI.4.27. Mato Grosso do Sul

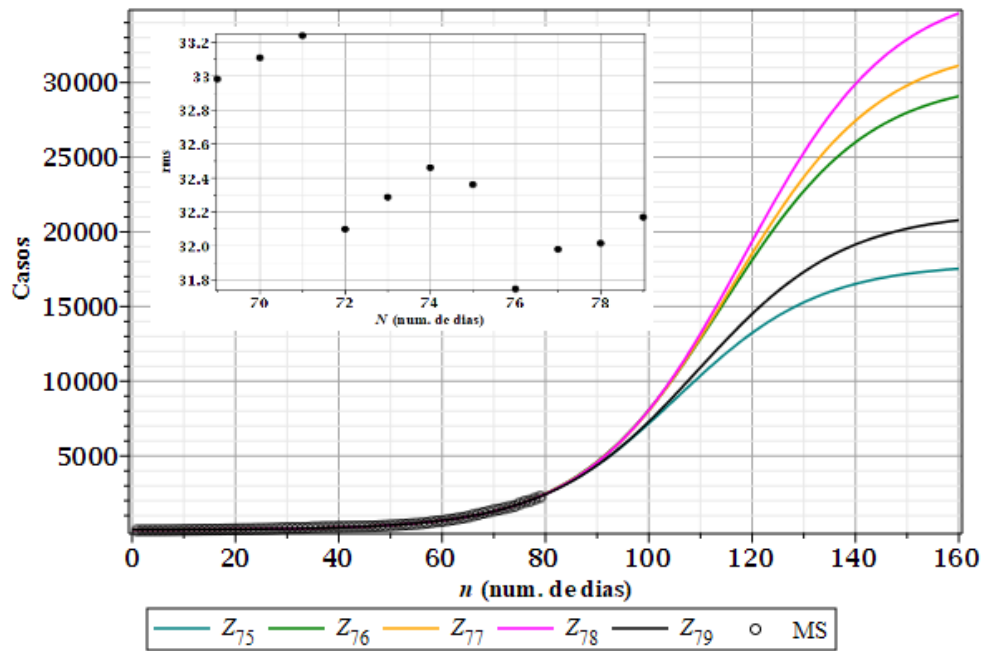


Figura 122: Casos diários de Covid-19 no estado de Mato Grosso do Sul e *rms* (detalhe).

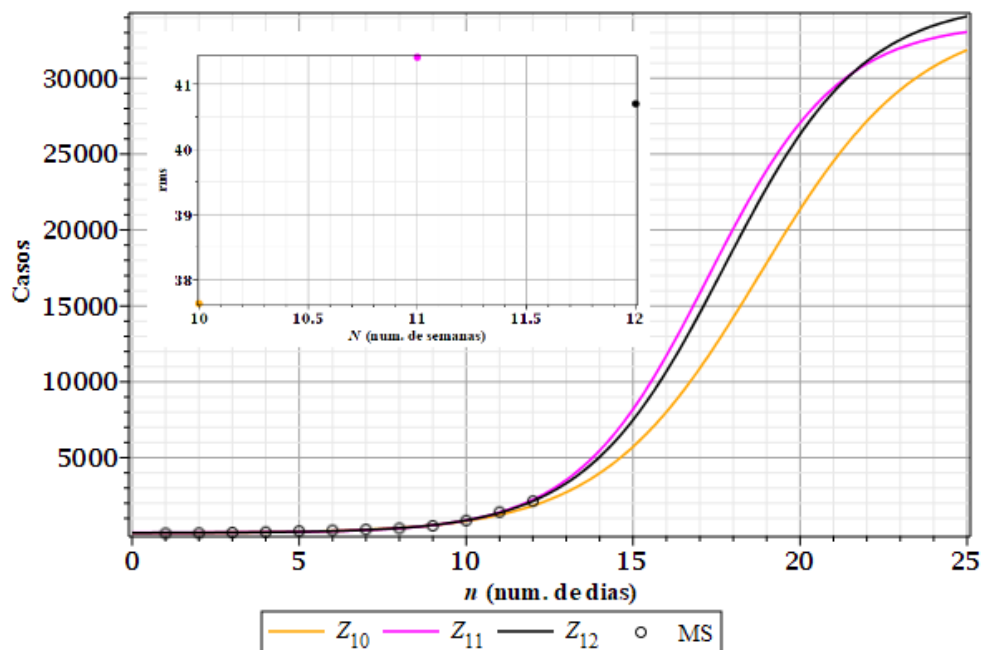


Figura 123: Casos semanais de Covid-19 no estado de Mato Grosso do Sul e *rms* (detalhe).

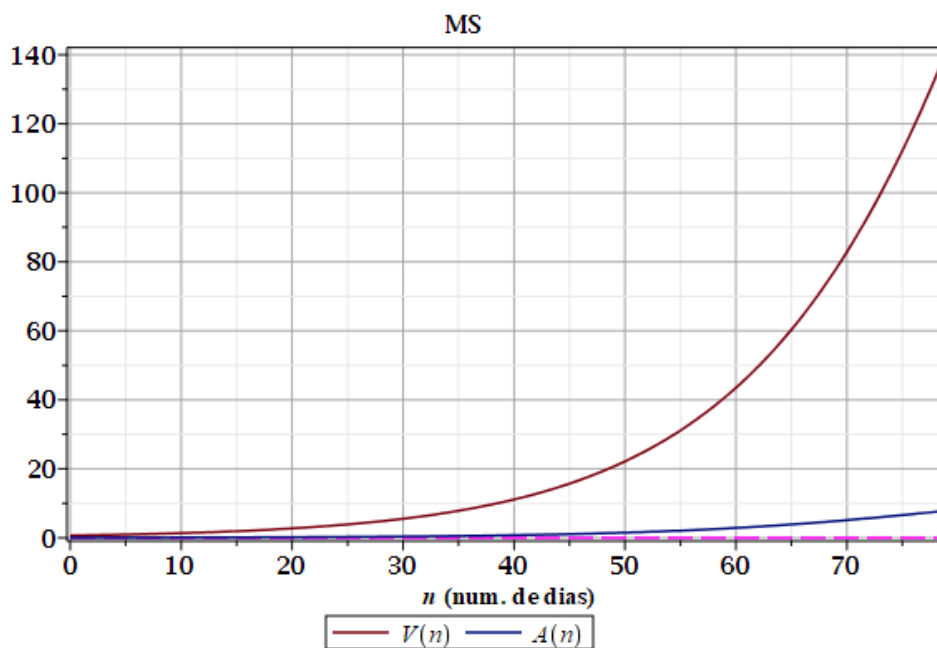


Figura 124: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) diárias para a curva $Z_{79}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Mato Grosso do Sul. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.

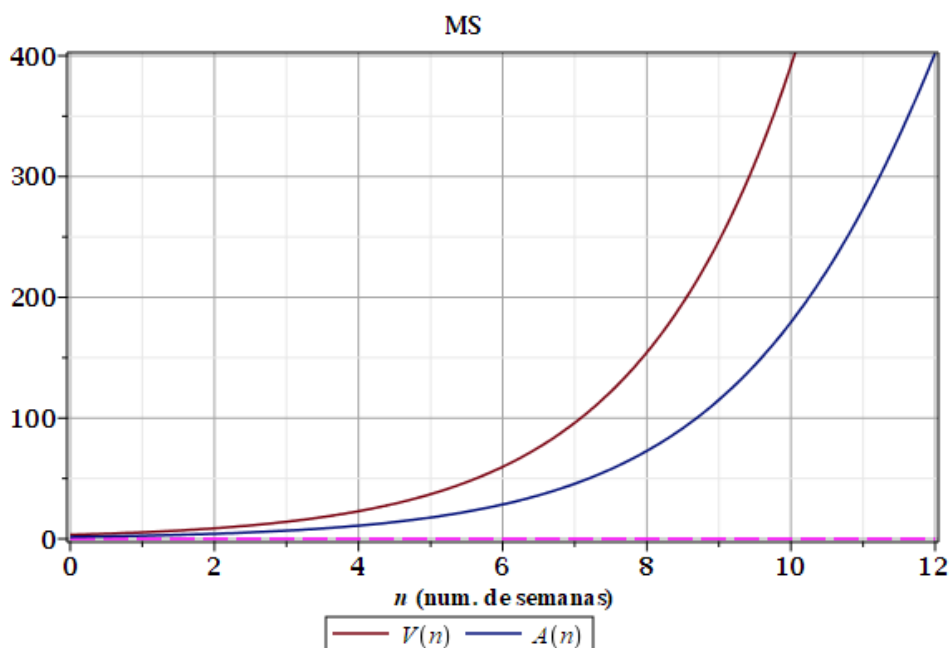


Figura 125: Taxas de crescimento (rapidez V e aceleração A) semanais para a curva $Z_{12}(n)$ descrevendo casos de Covid-19 no Mato Grosso do Sul. Curvas incompletas. Ponto de inflexão: ausente.