

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

GEOVANA RODRIGUES CARVALHO

**COMO FORAM OS ALERTAS METEOROLÓGICOS DO IPMET QUE
ANTECEDERAM OS ALAGAMENTOS NA AVENIDA NAÇÕES UNIDAS EM
BAURU-SP NOS ÚLTIMOS 5 ANOS?**

**BAURU
2025**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

GEOVANA RODRIGUES CARVALHO

**COMO FORAM OS ALERTAS METEOROLÓGICOS DO IPMET QUE
ANTECEDERAM OS ALAGAMENTOS NA AVENIDA NAÇÕES UNIDAS EM
BAURU-SP NOS ÚLTIMOS 5 ANOS?**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado à Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho” como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Meteorologia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Demerval Soares Moreira

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

Departamento de Física e Meteorologia.

Prof^a. Dr^a. Clara Miho Narukawa Iwabe

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

Departamento de Física e Meteorologia.

MSc. Thiago Guerreiro Ferreira

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”

Centro de Meteorologia de Bauru - IPMet.

C331c

Carvalho, Geovana Rodrigues

Como foram os alertas meteorológicos do IPMet que antecederam os alagamentos na Avenida Nações Unidas em Bauru-SP nos últimos 5 anos? /

Geovana Rodrigues Carvalho. -- Bauru, 2025

73 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Meteorologia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru

Orientador: Demerval Soares Moreira

1. Precipitação (Meteorologia). 2. Alagamentos. 3. Radar meteorológico. 4. Mobilidade urbana. 5. Tempo (Meteorologia). I. Título.

DEDICATÓRIA

A *Ele*, que foi o meu refúgio, a minha fortaleza e é aquele no qual eu confio.

Aos meus pais, Fernanda e Wilson, que me seguraram nas quedas e me deram impulso para voar outra vez.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer a *Ele*, que me concedeu a graça de permanecer firme quando eu pensei em desistir. Foi Deus quem iluminou meus passos, fortaleceu meu coração e me deu a chance de viver esse sonho. Sem ele, nada disso existiria.

Agradeço com profundo carinho à minha mãezinha, que sempre intercedeu por mim diante de seu filho, e que me escutou mesmo quando eu já não tinha forças para falar. Cobriu-me com o seu manto sagrado, guiou-me nessa jornada e nunca soltou a minha mão.

Aos meus pais, Fernanda e Wilson, e ao meu irmão, Gustavo, deixo o mais sincero reconhecimento: obrigada por serem o meu alicerce. Por acreditarem em mim quando eu mesma duvidei, por cada gesto de apoio, pelo incentivo constante e pelo amor que não conhece limites. Se este sonho hoje é real, é porque vocês nunca me abandonaram.

Agradeço aos meus colegas de curso que estiveram ali quando precisei, compartilhando risos e lágrimas, desafios e conquistas. Em cada passo desta caminhada, foi valioso saber que não estava sozinha.

Às minhas amigas e companheiras de turma, Isabela e Beatriz, obrigada por me ouvirem, por me incentivarem e por tornarem essa jornada mais leve. Por todos os momentos que vivenciamos juntas ao longo de todos esses anos e que ocupam um lugar especial em meu coração, serei eternamente grata.

À equipe da Defesa Civil de Bauru — meus colegas de trabalho — deixo meu agradecimento pela compreensão e pelo incentivo.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação, agradeço pela aprendizagem, por compartilharem seus conhecimentos e experiências comigo. A paciência e o amor/dedicação à profissão dos senhores, fizeram toda a diferença.

Ao meu estimado orientador, Demerval, obrigada por aceitar esse desafio e por me ajudar a desenvolvê-lo da melhor forma possível. Agradeço ao senhor pela paciência, compreensão e disponibilidade em dividir comigo todos os seus conhecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	1
LISTA DE TABELAS.....	6
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	7
RESUMO.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. JUSTIFICATIVA.....	11
3. OBJETIVOS.....	12
3.1. OBJETIVO GERAL.....	12
3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	12
4. METODOLOGIA.....	13
4.1. DADOS.....	13
4.1. PROCEDIMENTOS.....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
5.1. 19 de dezembro de 2019.....	18
5.2. 18 de março de 2021.....	24
5.3. 26 de novembro de 2021.....	30
5.4. 17 de dezembro de 2021.....	36
5.5. 30 de dezembro de 2021.....	41
5.6. 29 de novembro de 2022.....	47
5.7. 16 de janeiro de 2023.....	52
5.8. 23 de dezembro de 2023.....	60
5.9. PLUVIÔMETRO x ESTIMATIVA DO RADAR.....	64
6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS.....	65
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Mapa da cidade de Bauru–SP evidenciando a Avenida Nações Unidas Sul (linha em vermelho), Nações Unidas Norte (linha em azul) e Avenida Doutor Nuno de Assis (linha em laranja). As linhas pontilhadas em preto e branco indicam ferrovias. Fonte: Autoria própria..... 10
- Figura 2** - Publicações do Boletim do Tempo no dia 19/12/2019 em Bauru–SP. As menções ao município estão sublinhados na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/UNESP..... 19
- Figura 3** - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 19/12/2019, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 18:00Z, 18:30Z, 18:45Z e 19:00Z. Fonte: Autoria própria..... 20
- Figura 4** - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 19/12/2019, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 19:15Z, 19:45Z, 20:00Z e 20:30Z. Fonte: Autoria própria..... 21
- Figura 5** - Imagens do município de Bauru para o dia 19/12/2019, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 19:00Z, 18:30Z, 18:45Z e 19:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....22
- Figura 6** - Imagens do município de Bauru para o dia 19/12/2019, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 19:15Z, 19:45Z, 20:00Z e 20:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....23
- Figura 7** - Publicações do Boletim do Tempo no dia 18/03/2021 em Bauru–SP. As menções ao município estão sublinhadas na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/UNESP..... 25
- Figura 8** - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 18/03/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 13:00Z, 13:30Z, 13:52Z e 14:00Z. Fonte: Autoria própria..... 26
- Figura 9** - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 18/03/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 14:15Z, 14:30Z, 14:45Z e 15:00Z. Fonte: Autoria própria..... 27

- Figura 10** - Imagens do município de Bauru para o dia 18/03/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 13:00Z, 13:30Z, 13:52Z e 14:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....28
- Figura 11** - Imagens do município de Bauru para o dia 18/03/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 14:15Z, 14:30Z, 14:45Z e 15:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....29
- Figura 12** - Publicações do Boletim do Tempo no dia 26/11/2021 em Bauru–SP. As menções ao município estão sublinhados na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/Unesp.....31
- Figura 13** - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 26/11/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 16:30Z, 16:45Z, 17:00Z e 17:30Z. Fonte: Autoria própria..... 32
- Figura 14** - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 26/11/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 17:45Z, 18:15Z, 18:45Z e 19:00Z. Fonte: Autoria própria..... 33
- Figura 15** - Imagens do município de Bauru para o dia 26/11/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 16:00Z, 16:30Z, 17:00Z e 17:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....34
- Figura 16** - Imagens do município de Bauru para o dia 26/11/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 17:45Z, 18:15Z, 18:45Z e 19:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....35
- Figura 17** - Publicações do Boletim do Tempo no dia 17/12/2021 em Bauru–SP. As menções ao município estão sublinhados na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/Unesp.....36
- Figura 18** - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 17/12/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 17:30Z, 18:00Z, 18:30Z e 18:52Z. Fonte: Autoria própria..... 37
- Figura 19** - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia

17/12/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 19:15Z, 19:30Z, 19:45Z e 20:00Z. Fonte: Autoria própria..... 38

Figura 20 - Imagens do município de Bauru para o dia 17/12/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 17:30Z, 18:00Z, 18:30Z e 18:52Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....39

Figura 21 - Imagens do município de Bauru para o dia 17/12/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 19:15Z, 19:30Z, 19:45Z e 20:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....40

Figura 22 - Publicações do Boletim do Tempo no dia 30/12/2021 em Bauru–SP. As menções ao município estão sublinhados na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/UNESP..... 41

Figura 23 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 30/12/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 18:00Z, 18:07Z, 18:15Z e 18:22Z. Fonte: Autoria própria..... 42

Figura 24 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 26/11/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 1830Z, 18:45Z, 18:52Z e 19:00Z. Fonte: Autoria própria..... 43

Figura 25 - Imagens do município de Bauru para o dia 30/12/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 18:00Z, 18:07Z, 18:15Z e 18:22Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....44

Figura 26 - Imagens do município de Bauru para o dia 30/12/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no ce00000ntro) nos horários das 18:30Z, 18:45Z, 18:52Z e 19:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria..... 46

Figura 27 - Publicações do Boletim do Tempo no dia 29/11/2022 em Bauru–SP. As menções ao município estão sublinhados na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/UNESP..... 47

Figura 28 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 29/11/2022, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos

horários das 21:00Z, 21:30Z, 22:00Z e 22:30Z. Fonte: Autoria própria.....	48
Figura 29 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 29/11/2022, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 22:45Z, 22:52Z, 23:00Z e 23:30Z. Fonte: Autoria própria.....	49
Figura 30 - Imagens do município de Bauru para o dia 29/11/2022, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 21:00Z, 21:30Z, 22:00Z e 22:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....	50
Figura 31 - Imagens do município de Bauru para o dia 29/11/2022, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 22:45Z, 22:52Z, 23:00Z e 23:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....	51
Figura 32 - Publicações do Boletim do Tempo no dia 16/01/2023 em Bauru–SP. As menções ao município estão sublinhados na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/Unesp.....	53
Figura 33 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 16/01/2023, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 18:00Z, 18:30Z, 19:00Z e 19:30Z. Fonte: Autoria própria.....	53
Figura 34 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 16/01/2023, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 19:45Z, 20:00Z, 20:30Z e 21:00Z. Fonte: Autoria própria.....	54
Figura 35 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 16/01/2023, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 22:00Z, 22:30Z, 23:00Z e 23:30Z. Fonte: Autoria própria.....	55
Figura 36 - Imagens do município de Bauru para o dia 16/01/2023, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 18:00Z, 18:30Z, 19:00Z e 19:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....	56
Figura 37 - Imagens do município de Bauru para o dia 16/01/2023, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 19:45Z, 20:00Z, 20:30Z e 21:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....	58

- Figura 38** - Imagens do município de Bauru para o dia 16/01/2023, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 22:00Z, 22:30Z, 23:00Z e 23:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....59
- Figura 39** - Publicações do Boletim do Tempo no dia 23/12/2023 em Bauru–SP. As menções ao município estão sublinhados na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/Unesp.....60
- Figura 40** - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 23/12/2023, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 18:00Z, 18:30Z, 18:37Z e 19:00Z. Fonte: Autoria própria..... 61
- Figura 41** - Imagens do município de Bauru para o dia 23/12/2023, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 18:00Z, 18:30Z, 18:37Z e 19:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.....62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Eventos de precipitação que alagaram a Avenida Nações Unidas em Bauru–SP entre 2019 a 2023.....	15
Tabela 2 - Precipitação observada da estação meteorológica do IPMet e Estimativa dos Radares.....	64

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

IPMet	Centro de Meteorologia de Bauru
GOT	Grupo de Operações de Trânsito
EMDURB	Empresa Municipal de Desenvolvimento Urbano e Rural de Bauru
GrADS	Grid Analysis and Display System
TITAN	Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting
GHz	Gigahertz
Cm	Centímetros
JCNET	Jornal da Cidade de Bauru
G1	Grupo Globo
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
GMT-3	Tempo Médio de Greenwich (menos 3 horas)
°C	Graus Celsius
mB	Milibar
m/s	Metros por segundo
W/m ²	Watts por metro quadrado
dBZ	Decibéis de Z
Z	Zulu
mm	Milímetros

RESUMO

A Avenida Nações Unidas, em Bauru–SP, uma das principais vias da cidade, foi construída sobre o antigo Córrego das Flores, canalizado no início da década de 1950 — característica que, somada à limitação do sistema de drenagem e a baixa impermeabilização do solo, a tornou vulnerável a inundações recorrentes. Neste contexto, este trabalho investigou a eficiência temporal dos alertas meteorológicos emitidos pelo Centro de Meteorologia de Bauru (IPMet) que antecederam os alagamentos registrados na Avenida Nações Unidas entre 2019 e 2023. Analisou-se a agilidade e efetividade dos alertas, buscando compreender os padrões de precipitação associados aos eventos e a sua relação com o tempo de resposta dos alertas.

Seguiu-se uma abordagem retrospectiva e quantitativa, utilizando o histórico de publicações do Boletim do Tempo do IPMet, cruzado com registros de outros eventos de alagamentos confirmados pelo Grupo de Operações de Trânsito (GOT) e por fontes jornalísticas locais. Foram analisados dados de precipitação obtidos pela estação meteorológica automática do IPMet e estimativas de precipitação provenientes das refletividades observadas pelo radar de Bauru–SP.

. As análises realizadas permitem investigar os eventos de alagamento na região estudada de maneira mais detalhada. Desta forma, é possível identificar a dinâmica das precipitações (deslocamento e intensidade) e o momento de emissão dos alertas, verificando sua efetividade.

Palavras-chave: Alerta meteorológico, precipitação, alagamentos urbanos, Bauru, Avenida Nações Unidas e IPMet.

1. INTRODUÇÃO

A Avenida Nações Unidas, construída no final da década de 1950, consolidou-se como uma das principais vias de circulação do município de Bauru, sendo, ainda, a mais extensa da cidade, com aproximadamente 10,8 quilômetros de extensão. Seu projeto foi concebido para interligar a entrada da cidade ao limite da área urbana, configurando-se como um eixo viário de grande relevância para o desenvolvimento local.

Naquela época, um dos maiores desafios enfrentados dizia respeito à mobilidade urbana em áreas cortadas por cursos d'água. Como solução, optou-se pela canalização de uma das nascentes do Córrego das Flores, situada onde atualmente se localiza o Parque Vitória Régia. Tais intervenções eram vistas como símbolos de modernização e progresso, favorecendo a expansão urbana e estimulando o comércio regional. Contudo, a alteração do curso natural da água passou a gerar consequências negativas, uma vez que o volume antes absorvido pelo solo passou a escoar para as áreas mais baixas, ocasionando recorrentes enchentes (GHIRARDELLO, 2020).

A característica arenosa do solo da região, naturalmente propensa à fácil absorção das águas, contribui para não haver episódios de alagamento (acumulo de água em áreas urbanas por falha no sistema de drenagem), mas com as obras de asfaltamento que impermeabiliza a terra, esse processo enfrenta dificuldades, devido à barreira física criada pela camada de asfalto. Nesse contexto, o problema assumiu dimensões relacionadas à infraestrutura urbana, visto que os sistemas de drenagem — como bueiros e bocas de lobo — tornaram-se insuficientes para comportar o aumento da vazão. Desta forma, a ocorrência de alagamentos em pontos críticos, sobretudo em áreas mais baixas da cidade, tornou-se cada vez mais frequente, evidenciando a fragilidade estrutural no planejamento urbano.



Figura 1 - Mapa da cidade de Bauru-SP evidenciando a Avenida Nações Unidas Sul (linha em vermelho), Nações Unidas Norte (linha em azul) e Avenida Doutor Nuno de Assis (linha em laranja). As linhas pontilhadas em preto e branco indicam ferrovias. Fonte: Autoria própria.

Nos últimos anos, a população bauruense deparou-se com diversos episódios de alagamentos pela cidade, sendo o mais notável, o cruzamento da Avenida Nações Unidas com o viaduto da Companhia Paulista — hoje administrado pela Rumo Logística.

Para auxiliar na previsão destes fenômenos, o município de Bauru conta com o Centro de Meteorologia de Bauru - IPMet, fundado em 1972, sendo o pioneiro no país na área de radar meteorológico. Contando com dois radares localizados em Bauru e Presidente Prudente, ambos são de banda S, operando em uma frequência de 2,94 GHz (comprimento de onda de 10,2 cm) e utilizam o efeito Doppler para estimar a velocidade do sistema precipitante. No entanto, são radares com polarização simples, que, por exemplo, não possibilita a identificação do tipo de hidrometeoros.

Os radares do IPMet emitem feixes de ondas eletromagnéticas com abertura de 2 graus, assim, à medida que os feixes se afastam do radar a resolução espacial é degradada. Devido à curvatura da Terra, o feixe fica cada vez mais alto conforme se afasta do radar, de forma que as nuvens baixas, que estão distantes do radar, podem não ser detectadas.. Utilizando o sistema TITAN (*Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis ad Nowcasting*; DIXON E WEINER, 1993), através das últimas varreduras realizadas, é possível identificar a intensidade e velocidade

de deslocamento das tempestades, podendo assim fazer a previsão de onde elas estarão nos minutos seguintes. Essa previsão é denominada de *Nowcasting*. Os parâmetros usados na análise baseiam-se em diversas variáveis, inclusive as métricas de granizo, onde são calculadas a probabilidade de gelo (GOMES E HELD, 2012). Esse software é o responsável pela produção dos alertas automáticos emitidos no site do IPMet e em redes sociais, como o Telegram.

Automaticamente, quando uma célula de nuvem é detectada pelo radar, suas características como intensidade, volume, velocidade e direção de deslocamento são analisadas, e se forem compatíveis com os parâmetros pré-definidos nos algoritmos do TITAN, o alerta é emitido. Além disso, os meteorologistas, responsáveis de plantão, também realizam previsões de curto e médio prazo e disponibilizam essa informação no site do IPMet através do Boletim do Tempo, atualizado a cada 1 hora ou conforme a necessidade do momento.

As autoridades locais, como a Defesa Civil, utilizam-se dessas informações do IPMet para alertar a população e/ou interromper o trânsito na Avenida Nações Unidas em tempo hábil, para evitar transtornos causados pelo alagamento dessa avenida.

2. JUSTIFICATIVA

A Avenida Nações Unidas, localizada em Bauru–SP, é uma das vias mais importantes da cidade, principalmente devido a sua posição central e seu fácil acesso a outros bairros, estabelecimentos e ao terminal rodoviário. O trecho entre o Parque Vitória Régia e o cruzamento com a Avenida Doutor Nuno de Assis, onde antigamente se encontrava o Córrego das Flores, foi canalizado e pavimentado. No entanto, o viaduto da Companhia Paulista que se encontrava consolidado não sofreu alterações e desta forma, a solução encontrada foi o rebaixamento da avenida, formando uma espécie de “bacia”. Atualmente, o viaduto encontra-se a 4,40 metros de altura em relação ao nível da rua. Em dias de precipitação muito intensa, todo o volume de água escorre para o ponto mais baixo, sobrecarregando o sistema de drenagem e consequentemente, alagando a região.

O município conta com o suporte do IPMet, que realiza a divulgação constante das condições meteorológicas por meio do site e das redes sociais. Além

disso, a população pode contatar o meteorologista de plantão por telefone para esclarecimentos e dúvidas. No entanto, podem ocorrer falhas que resultam na interrupção da emissão desses alertas, como falta de conexão à internet, problemas no site e a localização da chuva que pode estar no cone cego do radar (região acima do ângulo de máxima elevação onde o radar não consegue realizar varredura). Essas falhas podem comprometer o tempo de resposta que os órgãos públicos encarregados pela segurança da população teriam para notificar ou interditar as vias suscetíveis a desastres e alagamentos.

3. OBJETIVOS

Esta pesquisa visa analisar os alertas meteorológicos divulgados pelo IPMet nos dias em que ocorreram alagamentos na Avenida Nações Unidas, em Bauru–SP nos últimos 5 anos, buscando compreender sua efetividade.

3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar os alertas meteorológicos do IPMet nos dias que ocorreram alagamentos na Avenida Nações Unidas em Bauru–SP no período de 2019 a 2023, verificando sua eficiência temporal.

3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

Realizar a seleção dos dias que ocorreram alagamentos na avenida Nações Unidas em Bauru-SP no período de 2019 a 2023, analisando as imagens de radar de cada evento e acompanhando a evolução temporal da precipitação, sua intensidade e direção de deslocamento. Desta forma, possibilita-se verificar se houve a emissão dos alertas para esses casos.

4. METODOLOGIA

4.1. DADOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados quatro conjuntos de dados: os boletins meteorológicos disponibilizados pelo Centro de Meteorologia de Bauru (IPMet), as observações da estação meteorológica automática do IPMet, os dados obtidos pelos radares meteorológicos de Bauru e Presidente Prudente e as datas de ocorrência de alagamentos na Avenida Nações Unidas em Bauru-SP. Todos os dados citados acima são para o período de 2019 a 2023.

Os boletins meteorológicos, publicados no site institucional do IPMet, apresentam atualizações com periodicidade horária, podendo ocorrer com maior frequência conforme a necessidade operacional. Cada boletim contém informações descritivas sobre a distribuição espacial das áreas de chuva, sua intensidade, deslocamento e as localidades potencialmente afetadas. Eles são atualizados pelo meteorologista responsável de plantão.

As observações de superfície foram obtidas a partir da estação meteorológica automática do IPMet, que registra variáveis atmosféricas com resolução temporal de 5 minutos. Esses dados são gravados em um arquivo ASCII (arquivo de texto puro, sem formatação, no qual as informações são organizadas em linhas e colunas) contendo 15 colunas, correspondentes aos seguintes parâmetros:

1. Identificação da série de dados;
2. Dia juliano;
3. Horário (GMT-3);
4. Temperatura média (°C);
5. Temperatura máxima nos últimos 5 minutos (°C);
6. Temperatura mínima nos últimos 5 minutos (°C);
7. Pressão atmosférica (mB);
8. Velocidade máxima do vento nos últimos 5 minutos (m/s);
9. Velocidade mínima do vento nos últimos 5 minutos (m/s);
10. Velocidade média do vento (m/s);
11. Direção do vento (°);
12. Desvio da direção do vento (°);

13. Umidade relativa do ar (%);
14. Radiação solar global (W/m^2);
15. Precipitação acumulada em 5 minutos.

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram selecionadas as informações contidas nas colunas 2, 3 e 15 (dia juliano, horário e precipitação acumulada, respectivamente).

Foram empregadas as imagens de refletividade provenientes dos radares meteorológicos de banda S operados pelo IPMet, com frequência de 2,94 GHz e feixe de 2° de abertura. Esses radares realizam varreduras a cada 7,5 minutos, havendo precipitação sobre o estado de São Paulo ou a cada 1 hora em condições de tempo estável (quando não há ocorrência de fenômenos que poderiam ocasionar situações adversas).

As datas de ocorrência de chuvas associadas a alagamentos na Avenida Nações Unidas em Bauru–SP foram obtidas por meio de consultas em bases de dados disponíveis na internet, em acervos de jornais locais e junto a órgãos municipais, como a Prefeitura Municipal de Bauru e o Grupo de Operações de Trânsito (GOT). Pela internet, foram identificadas quatro reportagens. Nos jornais locais, não houve retorno às solicitações, e, entre os órgãos públicos consultados, apenas o GOT apresentou registros, informando quatro datas compatíveis com os eventos analisados. O GOT também destacou que, em razão do período marcado pela pandemia da COVID-19, parte dos registros se perdeu ou não chegou a ser devidamente arquivado. A Tabela 1 organiza cronologicamente os eventos notificados.

Tabela 1 - Eventos de precipitação que alagaram a Avenida Nações Unidas em Bauru–SP entre 2019 a 2023.

Data	Fonte	Link
19/12/2019	Jornal da Cidade de Bauru (JCNET)	O ano acaba, mas o problema não...
18/03/2021	Jornal Negociação de Ourinhos	» Forte Chuva deixa Avenida Nações Unidas alagada em Bauru nesta quinta-feira, 18
26/11/2021	Grupo de Operações de Trânsito (GOT)	-
17/12/2021	G1 Globo - Bauru e Marília	Temporal provoca alagamentos e desabamento de imóvel em Bauru: vídeo Bauru e Marília G1
29/12/2021	Grupo de Operações de Trânsito (GOT)	-
29/11/2022	Jornal da Cidade de Bauru (JCNET)	Chuva em Bauru causa alagamentos e estragos: moradores pedem ajuda
16/01/2023	Grupo de Operações de Trânsito (GOT)	-
23/12/2023	Grupo de Operações de Trânsito (GOT)	-

Fonte: Autoria própria.

4.1. PROCEDIMENTOS

Os procedimentos adotados neste estudo foram organizados de forma sequencial, de modo a permitir a reconstrução completa da evolução de cada episódio de precipitação associado aos alagamentos registrados na Avenida Nações Unidas, bem como a avaliação da efetividade temporal dos alertas emitidos pelo IPMet. A seguir, descrevem-se as etapas aplicadas para os eventos da Tabela 1.

A primeira etapa consistiu em verificar a ocorrência efetiva de precipitação em Bauru por meio do produto Chuva Diária disponibilizado no site do IPMet. Esse produto reúne as imagens de radar correspondentes a cada dia, permitindo visualizar se houve chuva na região de abrangência dos radares e identificar, de forma preliminar, a aproximação e o deslocamento das células do local desejado.

Confirmada a presença de chuva no dia selecionado, a etapa seguinte consistiu em identificar o horário aproximado em que a precipitação atingiu o município de Bauru, o que foi realizado observando-se a refletividade sobre a área urbana nas imagens de radar disponíveis. O horário de início e término da precipitação também foi realizado através do produto Chuva Diária e posteriormente relacionado com os dados da estação meteorológica do IPMet para confirmar se de fato a chuva que ocasionou o alagamento ocorreu naquele momento.

Com o horário de duração da chuva determinado, cruzaram-se essas informações com o histórico das publicações do Boletim do Tempo, visto que os alertas automáticos emitidos pelo TITAN na página do IPMet e em redes sociais não são armazenados, o que inviabiliza a realização de análises retrospectivas a partir desse sistema. Essa etapa permitiu verificar:

- (i) Se houve emissão de alerta para o município de Bauru na data analisada;
- (ii) Qual foi o horário de publicação desse alerta;
- (iii) Se o conteúdo do boletim indicava aproximação de chuva, chuva já ocorrendo ou apenas condições gerais de instabilidade sobre o estado.

As informações contidas nos boletins possibilitou avaliar a relação temporal entre o início da precipitação e o horário dos alertas. Todos os alertas meteorológicos emitidos pelo IPMet, divulgados por meio do Boletim do Tempo são elaborados com base na análise do meteorologista de plantão, responsável por indicar as regiões onde há aproximação de áreas de chuva. A análise dos boletins levou em consideração a emissão que mencionava diretamente a cidade de Bauru.

Após essa verificação, foram geradas as imagens de radar de cada evento, utilizando o software GrADS (*Grid Analysis and Display System*) dos 60 minutos que antecederam a chegada da chuva ao município, intervalo adotado por se considerar o tempo adequado para que a emissão dos alertas permita tanto a divulgação à população quanto a mobilização dos órgãos responsáveis, incluindo a interdição preventiva da Avenida Nações Unidas. As imagens produzidas permitiram acompanhar o deslocamento, a organização e intensificação das células convectivas antes, durante e após a passagem pela cidade. Esse procedimento forneceu informações fundamentais para avaliar se havia, de fato, sinais prévios de aproximação de precipitação.

Em seguida, foram geradas imagens exclusivamente sobre o município de Bauru, abrangendo tanto o horário de chegada da precipitação quanto o período de maior intensidade. Essas imagens evidenciam algumas regiões de Bauru (incluindo o bairro Centro, onde está localizado o cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea) e a localização do radar meteorológico no IPMet. Usualmente, a refletividade presente nas imagens de radar estão em decibéis de Z (dBZ). Para realização da estimativa de precipitação, é necessário utilizar uma relação Z-R. A relação Z-R do Dr. Calheiros (Equação 1) foi desenvolvida como ajustes, comparando as estimativas do radar com os dados pluviométricos.

$$Z = 32 \times R^{1,65} \quad (1)$$

A refletividade (Z) é armazenada na unidade dBZ, enquanto, para aplicar na Equação 1 ela precisa ser convertida em mm^6/mm^3 . No entanto, os dados fornecidos para gerar as imagens de radar já estão convertidos para a unidade necessária. R é a taxa de precipitação mm/h. A escala utilizada nas imagens varia de 0 a 10 mm/h, critério adotado para melhor visualização da intensidade de precipitação e redução da quantidade de cores.

Por fim, para cada episódio, procedeu-se à verificação da precipitação registrada pela estação meteorológica automática do IPMet, considerando o período correspondente ao início e término da chuva.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho são apresentados a seguir, organizados conforme as estruturas apresentadas na metodologia. As datas selecionadas foram organizadas cronologicamente e separadas para melhor compreensão e análise dos fatos ocorridos.

5.1. 19 de dezembro de 2019

A precipitação que atingiu o município de Bauru em 19 de dezembro de 2019 iniciou-se por volta das 18:20Z (15h20, horário local) segundo as imagens de radar disponíveis no produto Chuva Diária no site do IPMet. Foram analisadas as imagens dos 60 minutos que antecederam o início da precipitação, assim como o histórico de emissão do Boletim do Tempo (Figura 2) no mesmo período.

O primeiro alerta direcionado especificamente a cidade de Bauru foi emitido às 18:38Z (15h38, horário local), informando a ocorrência de chuvas fortes acompanhadas de descargas elétricas em Bauru e em outras cidades do estado.

Boletim do Tempo

Chuvas fortes com descargas elétricas nos municípios de Morro Agudo, Viradouro, Itajobi, Duartina, Paulista, Tupã, Pompéia, Ocauçu, Nantes, Iepã, Luta, Pacaembu, Teodoro Sampaio e Bragança Paulista.

Os radares meteorológicos do IPMet/UNESP, instalados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas isoladas de intensidade fracas a fortes no estado de São Paulo.

Chove no leste do Mato Grosso do Sul, no Paraná e sul de Minas Gerais.

As chuvas deslocam-se para leste.

Elaborado por: [REDACTED] em 2019-12-19 14:21:38

Boletim do Tempo

Chuvas fortes com descargas elétricas nos municípios de Taquaritinga, Borborema, Marília, Garça, Iaras, Bauru, Piratininga, Iepã, Marabá Paulista, Caiabu, Anhumas, Pompéia, Campos Novos Paulista, Dois Córregos, Igaratã, Caçapava e Guaratinguetã.

Os radares meteorológicos do IPMet/UNESP, instalados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas isoladas de intensidade fracas a fortes no estado de São Paulo.

Chove no leste do Mato Grosso do Sul, no Paraná e sul de Minas Gerais.

As chuvas deslocam-se para leste.

Elaborado por: [REDACTED] em 2019-12-19 15:38:10

Alinhamento de chuvas fortes com descargas elétricas entre os municípios de Marília e Bauru. Ocorrendo descargas elétricas também em São Manuel, Borborema, Novo Horizonte, Brotas, Boa Esperança do Sul, Iaras, Adolfo, Presidente Venceslau, Santo Anastácio, Taquaritinga, Igaratã, Itatiba e Guaratinguetã.

Os radares meteorológicos do IPMet/UNESP, instalados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas isoladas de intensidade fracas a fortes no estado de São Paulo.

Chove no leste do Mato Grosso do Sul, no Paraná e sul de Minas Gerais.

As chuvas deslocam-se para leste.

Elaborado por: [REDACTED] em 2019-12-19 16:19:53

Boletim do Tempo

Chuvas fortes com descargas elétricas nos municípios de Ocauçu, Gália, Bauru, Agudos, Ourinhos, Novo Horizonte, Araraquara, Itirapina, Sales, Morungaba, Mirante do Paranapanema, Santo Anastácio, Presidente Bernardes, Fátima Paulista e Guararapes.

Os radares meteorológicos do IPMet/UNESP, instalados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas isoladas de intensidade fracas a fortes no estado de São Paulo.

Chove no leste do Mato Grosso do Sul, no Paraná e sul de Minas Gerais.

As chuvas deslocam-se para leste.

Elaborado por: [REDACTED] em 2019-12-19 16:59:17

Boletim do Tempo

Chuvas fortes com descargas elétricas nos municípios de Morro Agudo, Viradouro, Itajobi, Duartina, Paulista, Tupã, Pompéia, Ocauçu, Nantes, Iepã, Luta, Pacaembu, Castilho, Teodoro Sampaio, Caçapava e Bragança Paulista.

Os radares meteorológicos do IPMet/UNESP, instalados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas isoladas de intensidade fracas a fortes no estado de São Paulo.

Chove no leste do Mato Grosso do Sul, no Paraná e sul de Minas Gerais.

As chuvas deslocam-se para leste.

Elaborado por: [REDACTED] em 2019-12-19 14:23:04

Boletim do Tempo

Chuvas fortes com descargas elétricas entre os municípios de Marília e Bauru, São Manuel, Borborema, Novo Horizonte, Brotas, Boa Esperança do Sul, Iaras, Adolfo, Presidente Venceslau, Santo Anastácio, Taquaritinga, Igaratã, Itatiba e Guaratinguetã.

Os radares meteorológicos do IPMet/UNESP, instalados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas isoladas de intensidade fracas a fortes no estado de São Paulo.

Chove no leste do Mato Grosso do Sul, no Paraná e sul de Minas Gerais.

As chuvas deslocam-se para leste.

Elaborado por: [REDACTED] em 2019-12-19 16:14:00

Boletim do Tempo

Alinhamento de chuvas fortes com descargas elétricas entre os municípios de Marília e Bauru. Ocorrendo descargas elétricas também em Pratiânia, Borborema, Novo Horizonte, Itirapina, Adolfo, Presidente Venceslau, Marabá Paulista, Piquerobi, Santo Anastácio, Taquaritinga e Guaratinguetã.

Os radares meteorológicos do IPMet/UNESP, instalados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas isoladas de intensidade fracas a fortes no estado de São Paulo.

Chove no leste do Mato Grosso do Sul, no Paraná e sul de Minas Gerais.

As chuvas deslocam-se para leste.

Elaborado por: [REDACTED] em 2019-12-19 16:30:59

Boletim do Tempo

Chuvas fortes com descargas elétricas no estado.

Os radares meteorológicos do IPMet/UNESP, instalados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas isoladas de intensidade fracas a fortes no estado de São Paulo.

Chove no leste do Mato Grosso do Sul, no Paraná e sul de Minas Gerais.

As chuvas deslocam-se para leste.

Elaborado por: [REDACTED] em 2019-12-19 17:52:22

Figura 2 - Publicações do Boletim do Tempo no dia 19/12/2019 em Bauru-SP. As menções ao município estão sublinhadas na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/UNESP.

No total, foram identificados seis alertas específicos para o município de Bauru, sendo o último registrado às 19:59Z (16h59, horário local). A atualização subsequente, publicada às 20:52Z (17h52, horário local), já apresentava indicação de chuvas fortes com descargas elétricas em escala estadual, sem direcionamento exclusivo ao município.

Com os horários do Boletim do Tempo previamente organizado, foram geradas as imagens de radar, cujos registros se encontram no fuso horário GMT-3.

A partir dessas imagens, permitiu-se analisar o deslocamento da célula convectiva e comparar o tempo de resposta entre sua detecção e a emissão dos alertas.

Para o evento em questão, observou-se que, por volta de 18:00Z, havia diversos núcleos convectivos distribuídos pelo estado, apresentando diferentes intensidades. A medida que o tempo avança nas imagens, verificou-se a formação de núcleos mais próximos ao município de Bauru (círculo preto com cruz vermelha), inicialmente situados a noroeste, os quais se aproximam da região por volta das 18:30Z (Figura 3).

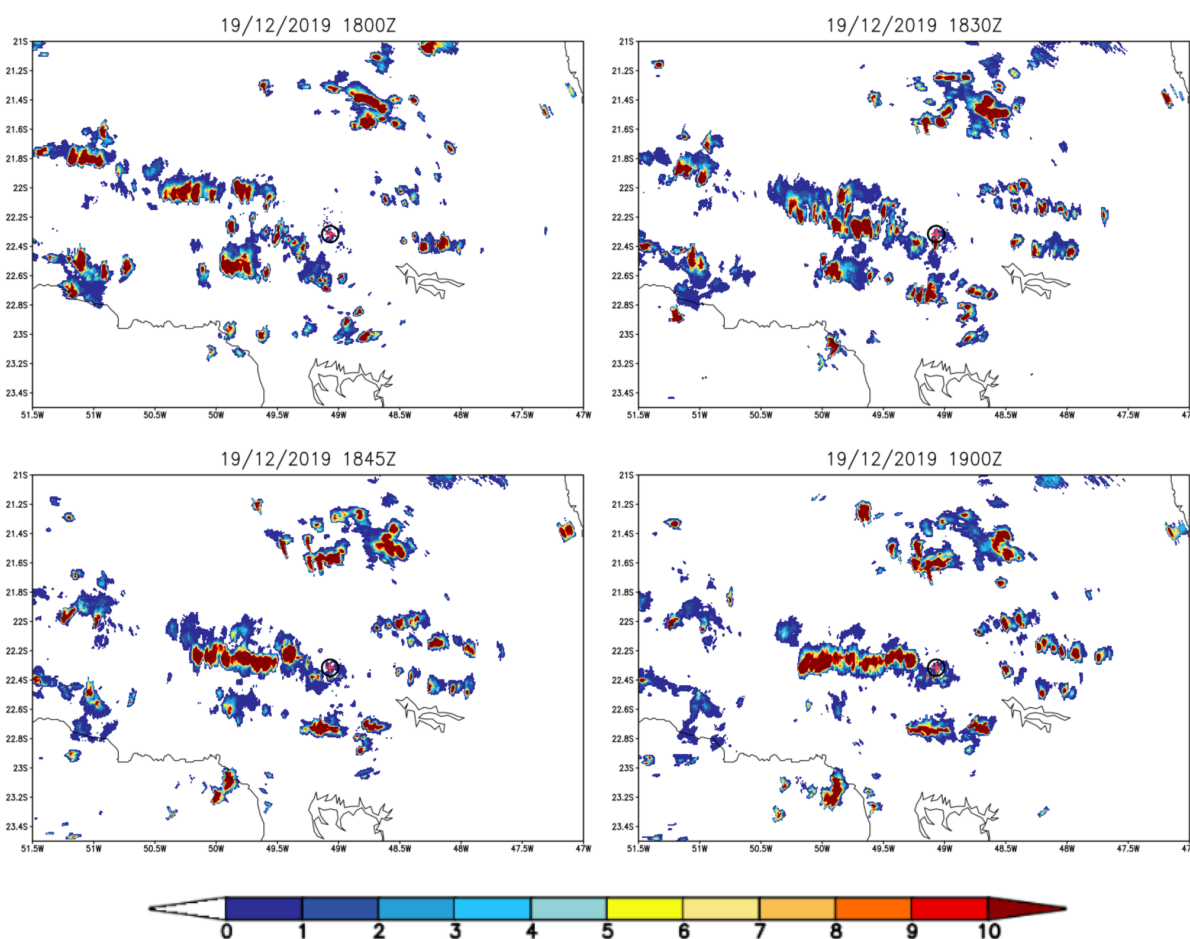


Figura 3 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 19/12/2019, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 18:00Z, 18:30Z, 18:45Z e 19:00Z. Fonte: Autoria própria.

Embora as imagens seguintes evidenciam a continuidade desse deslocamento e a intensificação do sistema, o pico da precipitação ocorreu somente a partir de 19:45Z, estendendo-se até aproximadamente 20:30Z como mostra a figura 4.

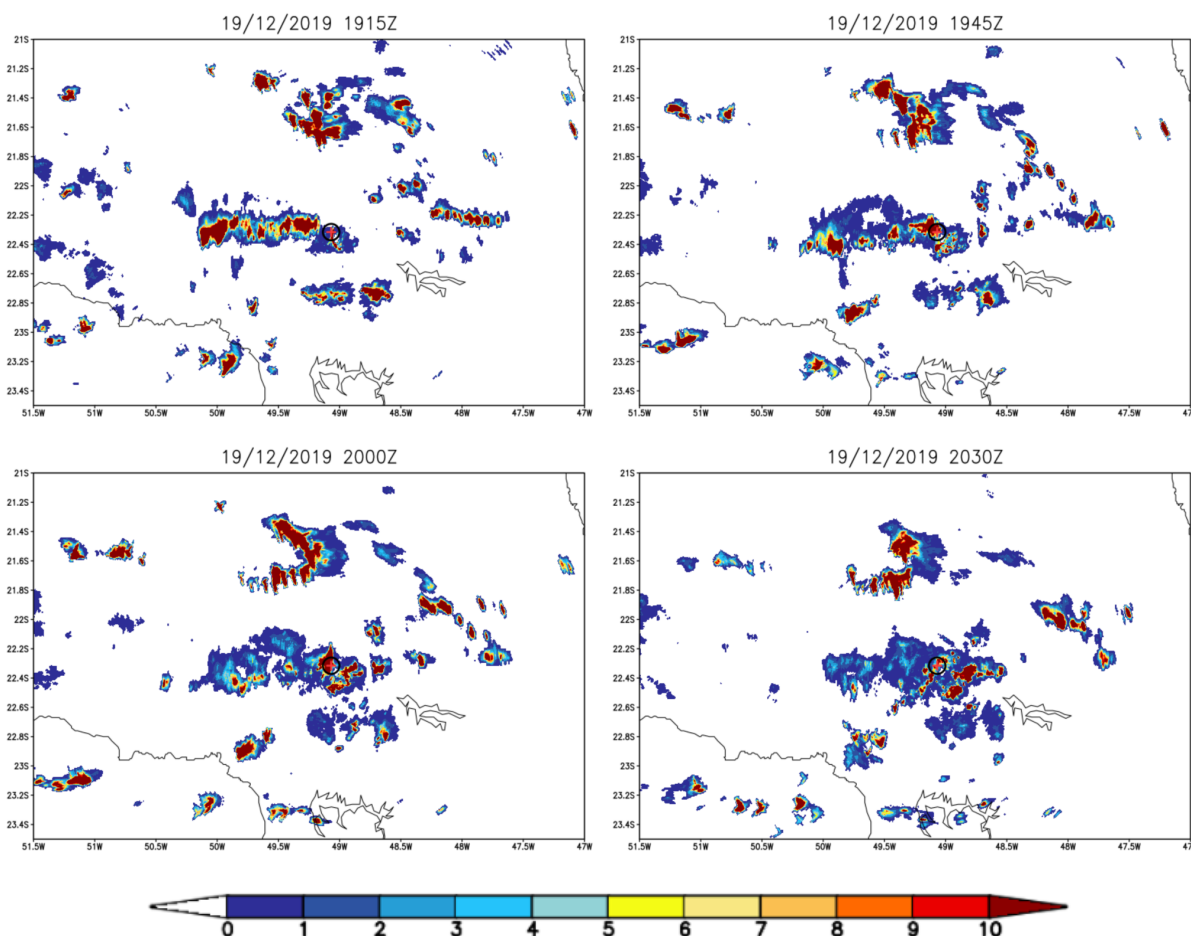


Figura 4 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 19/12/2019, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 19:15Z, 19:45Z, 20:00Z e 20:30Z. Fonte: Autoria própria.

A Figura 5 mostra a aproximação da célula de precipitação sobre o município de Bauru a partir das 18:00Z. O “X” no centro indica o cruzamento da Avenida Nações Unidas com o viaduto da Companhia Paulista, local onde ocorrem os eventos de alagamentos.

É possível identificar um núcleo se deslocando a sudeste do município, avançando em direção ao centro da cidade, como mostra a imagem do 18:30Z. Às 18:45Z, há uma reconfiguração das células convectivas a sudoeste e oeste da área central. Embora o núcleo mais intenso ainda não esteja sobre a Avenida Nações Unidas, a presença de várias células em fase de desenvolvimento ao redor do município indica um ambiente favorável a reorganização da precipitação.

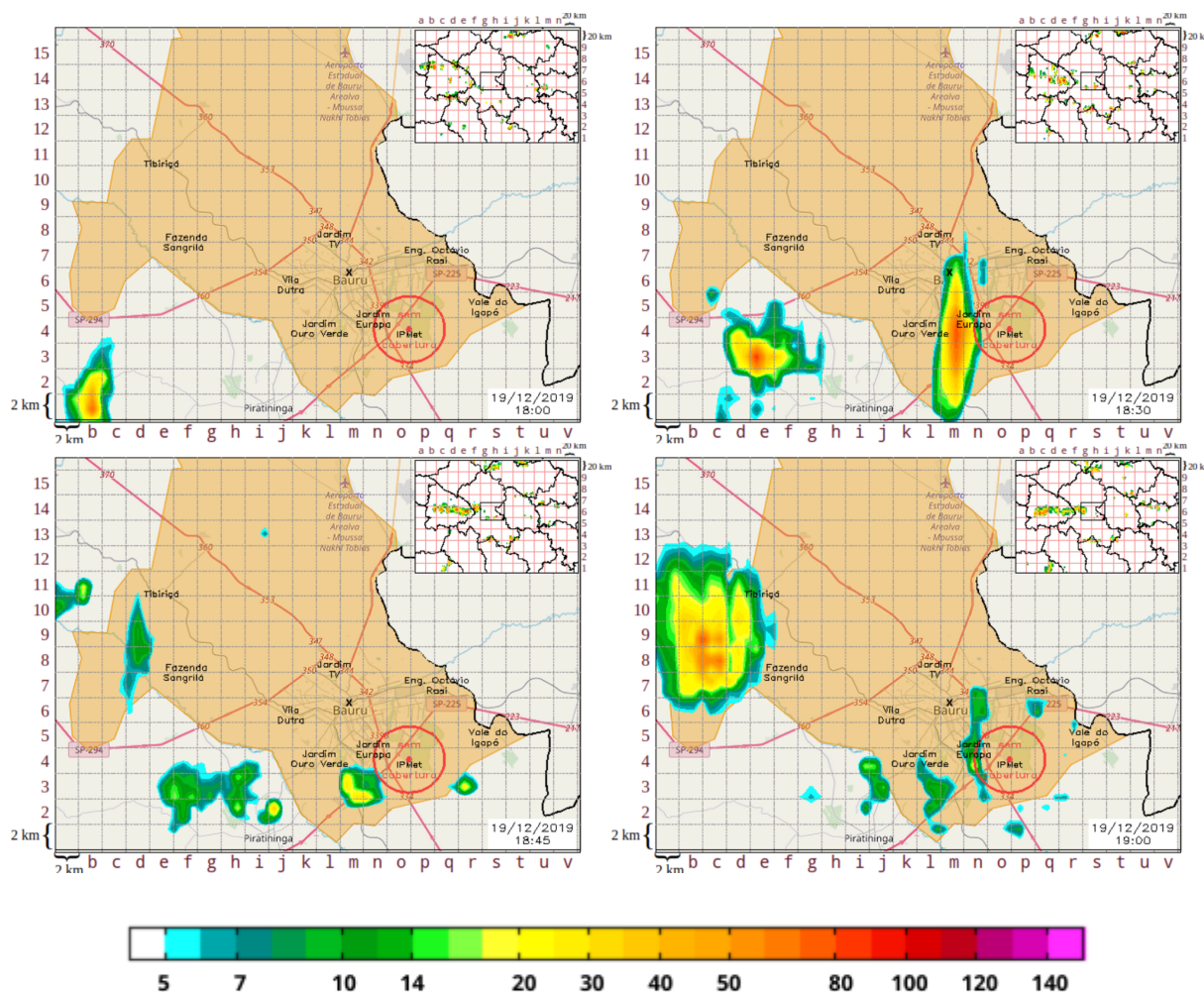


Figura 5 - Imagens do município de Bauru para o dia 19/12/2019, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 19:00Z, 18:30Z, 18:45Z e 19:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

Às 19:00Z, uma célula convectiva forte se estabelece na região de Tibiriçá (distrito de Bauru), apresentando refletividades elevadas e indicando precipitação um pouco mais intensa, entre 40 e 50 milímetros. Esse núcleo inicia deslocamento para leste, aproximando-se da área urbana de Bauru, enquanto células secundárias mais fracas surgem em direção ao quadrante sul e sudeste, incluindo áreas próximas ao ponto de alagamento.

Entre 19:15Z e 19:45Z, observa-se o período mais crítico. Às 19:15Z, uma extensa área de precipitação moderada a forte avança pelo setor oeste e noroeste do município, atingindo diretamente a região central. Na imagem das 19:45Z, ocorre a passagem do núcleo convectivo mais intenso de todo o evento, sendo a área central de Bauru atingida por uma precipitação de aproximadamente 40 mm/h

(segundo a escala da figura 6). Essa célula atua diretamente sobre o ponto de alagamento.

Na varredura seguinte, às 20:00Z, ainda se nota a presença da precipitação intensa sobre toda a região central de Bauru (incluindo a Avenida Nações Unidas), reforçando o aumento do volume de água em um curto período — aproximadamente 30 minutos. A combinação de alta intensidade pluviométrica, curta duração e repetição de células sobre a mesma área, favorece a ocorrência de alagamentos, visto que a água da chuva segue o curso das águas e escoar para o local mais baixo.

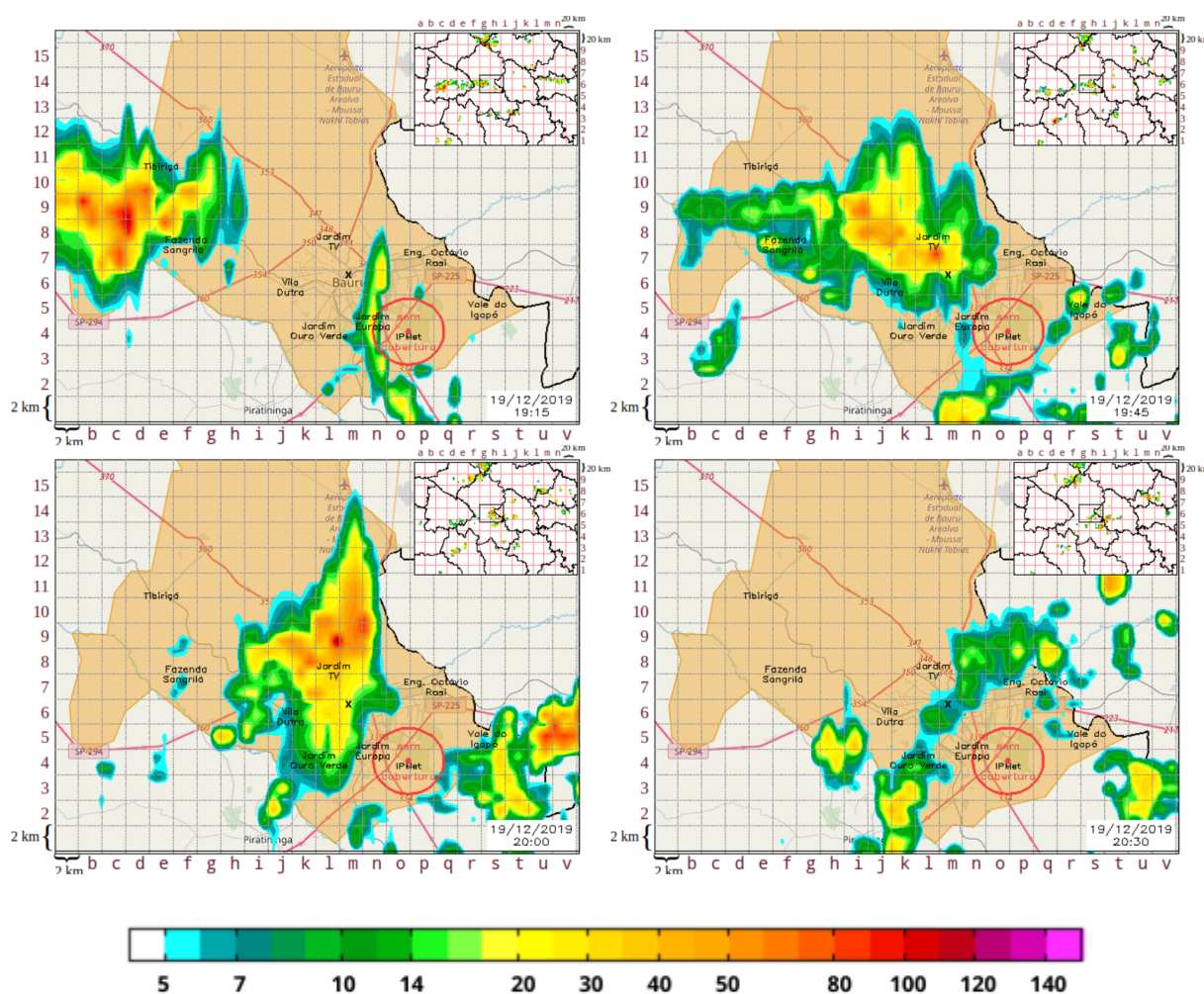


Figura 6 - Imagens do município de Bauru para o dia 19/12/2019, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 19:15Z, 19:45Z, 20:00Z e 20:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

A partir das imagens de radar, foi possível verificar a quantidade de precipitação no momento em que ocorreu a maior refletividade. Às 19:45Z, temos a precipitação estimada pelo radar de aproximadamente 40 mm/h.

A precipitação observada pela estação meteorológica automática do IPMet foi de 53,1 mm acumulada no horário de 18:20Z a 19:30Z (15h20 a 17h30, horário local), sendo maior do que a estimada pelo radar.

Apesar das imagens de radar indicarem o deslocamento da chuva em direção a Bauru, os núcleos estavam bem espalhados, dificultando a interpretação do meteorologista para a emissão do alerta. No entanto, verificando as imagens detalhadas do município e cruzando-as com o histórico de boletins (Figura 2), nota-se que o primeiro alerta ocorreu após o início da precipitação e na Figura 5, às 18:30Z já era possível identificar precipitação sobre a região central de Bauru.

Seguindo o critério temporal adotado (emissão do alerta 60 minutos antes do início da chuva sobre o município), o alerta, neste caso, não foi efetivo.

5.2 18 de março de 2021

A precipitação que atingiu o município de Bauru em 18 de março de 2021 iniciou-se por volta das 13:00Z (10h00, horário local) segundo as imagens de radar disponíveis no produto Chuva Diária no site do IPMet. A análise das atualizações do Boletim do Tempo (Figura 7), evidencia que, nas emissões realizadas às 12:00Z (09h08, horário local) e 13:10Z (10h10, horário local), não houve qualquer menção direta à cidade. Entretanto, às 13:13Z (10h13, horário local) foi publicado um novo boletim que já destacava a ocorrência de chuvas de intensidade moderada na região de Bauru, informação que também esteve presente na atualização subsequente, às 14:11Z (11h11, horário local).

Nas publicações seguintes, a única referência ao município ocorreu às 15:51Z (12h51, horário local), indicando a perda de intensidade do sistema sobre a área.

Boletim do Tempo

Chuvvas moderadas nas regiões de Potirendaba, Penãipolis, Marãlia, Brotas e Sãeo Carlos, dentre outras.

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estãeo detectando chuvas isoladas no estado de Sãeo Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] 2021-03-18 09:08:42

Boletim do Tempo

Chuvvas moderadas nas regiões de Bauru, Araraquara, Sabino, Sãeo Carlos, dentre outras.

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estãeo detectando chuvas isoladas no estado de Sãeo Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2021-03-18 10:13:25

Boletim do Tempo

Chuvvas moderadas nas regiões de Ibitinga, Iaras, Lins, dentre outras.

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estãeo detectando chuvas isoladas no estado de Sãeo Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2021-03-18 12:03:23

Boletim do Tempo

Chuvvas moderadas nas regiões de Araraquara, Sabino, Sãeo Carlos, dentre outras.

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estãeo detectando chuvas isoladas no estado de Sãeo Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2021-03-18 10:10:59

Boletim do Tempo

Chuvvas moderadas nas regiões de Bauru, Araraquara, Sabino, Sãeo Carlos, dentre outras.

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estãeo detectando chuvas isoladas no estado de Sãeo Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2021-03-18 11:11:49

Boletim do Tempo

Chuva perde forãa na região de Bauru. Chuva forte nas regiões de: Lenãasãis Paulista, Juquitiba e Arealva.

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estãeo detectando chuvas isoladas no estado de Sãeo Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2021-03-18 12:51:43

Figura 7 - Publicações do Boletim do Tempo no dia 18/03/2021 em Bauru–SP. As menções ao município estão sublinhadas na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/UNESP.

A análise das imagens de radar indica que o sistema apresentava-se amplamente distribuído nas regiões noroeste e nordeste do estado de São Paulo, com deslocamento progressivo em direção ao município de Bauru. A aproximação do núcleo convectivo ocorre por volta das 13:30Z; contudo, maior intensidade é observada a partir de 14:00Z, estendendo-se até aproximadamente 14:37Z. A precipitação observada nas imagens de radar é de 50 mm.

Nas varreduras subsequentes, realizadas às 14:45Z e 15:00Z, verifica-se o afastamento do núcleo de maior refletividade, sinalizando a perda de intensidade do sistema sobre o município (Figuras 8 e 9).

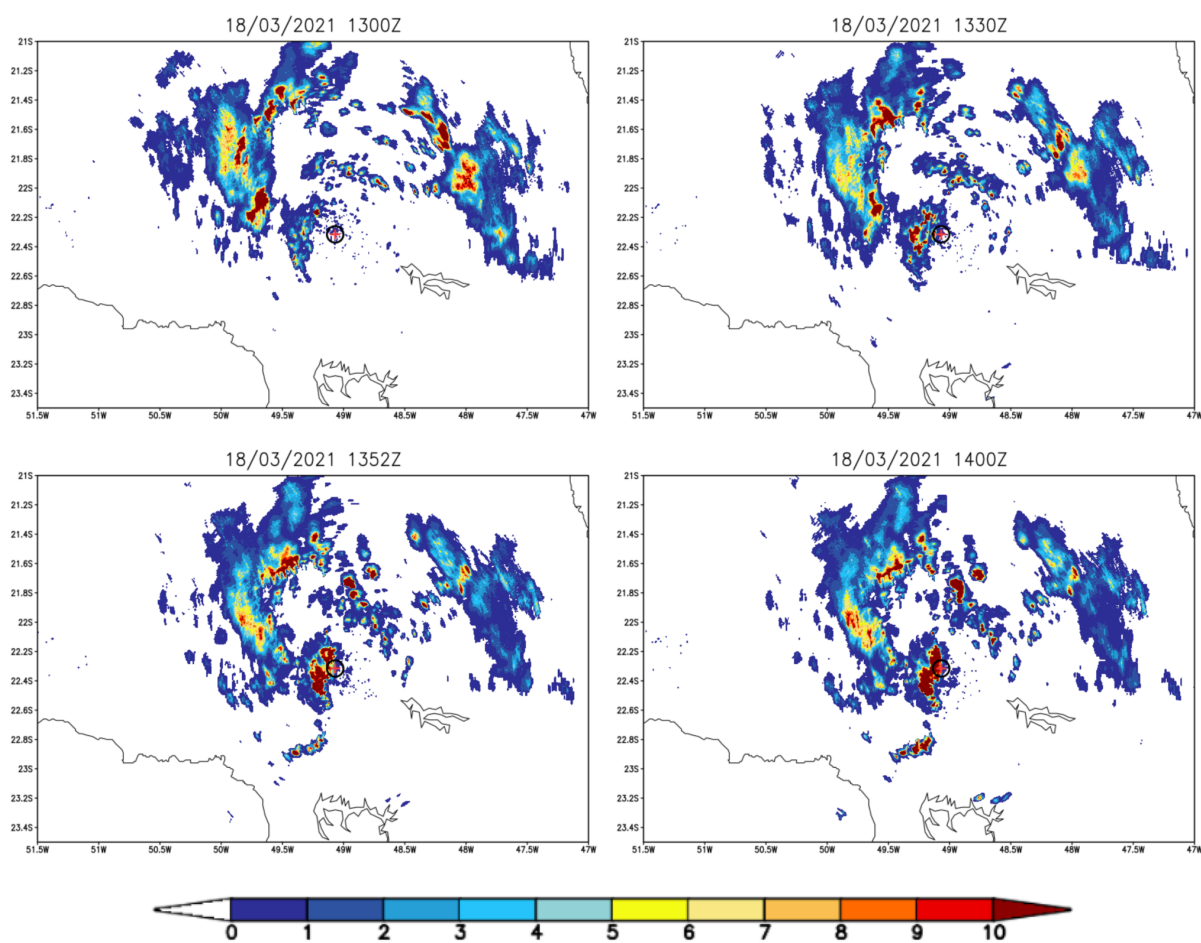


Figura 8 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 18/03/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 13:00Z, 13:30Z, 13:52Z e 14:00Z. Fonte: Autoria própria.

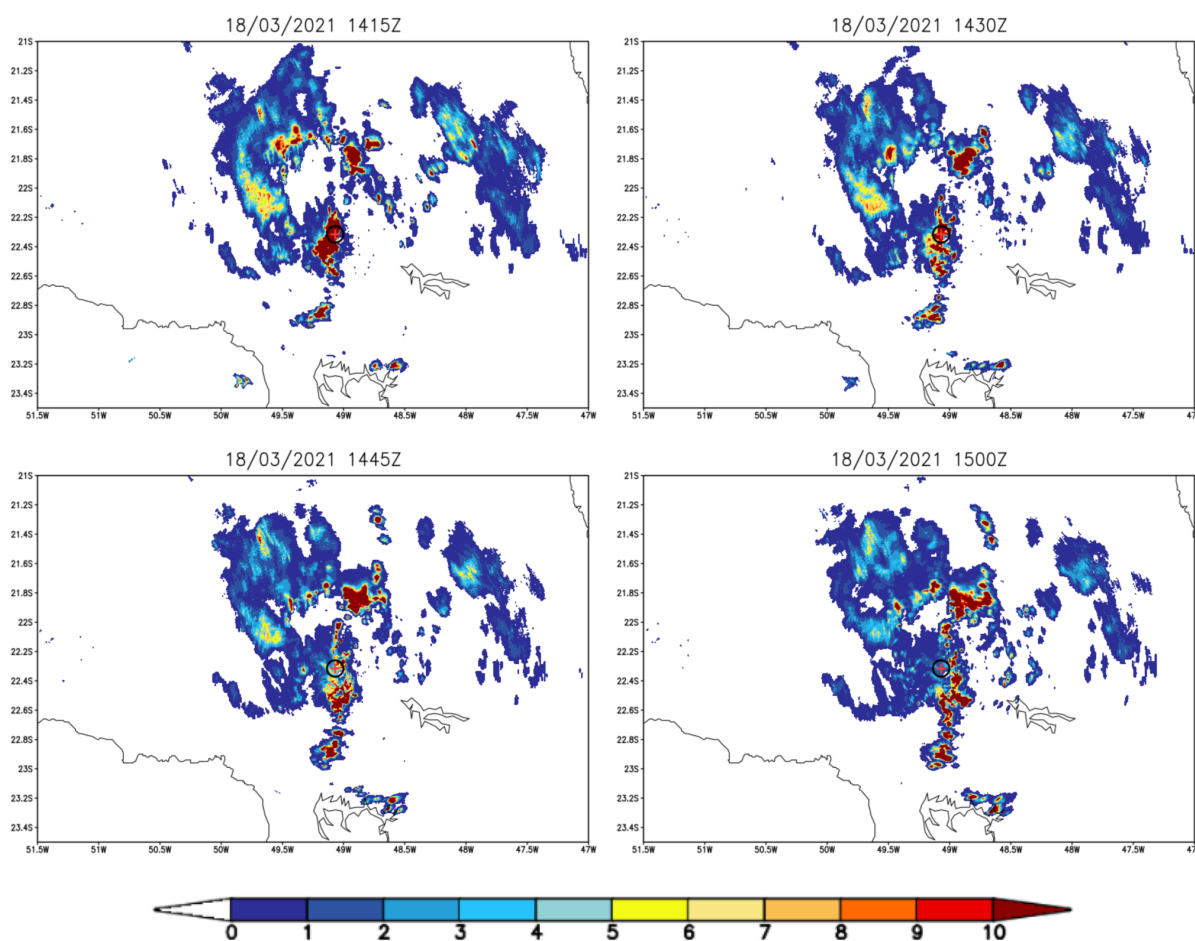


Figura 9 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 18/03/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 14:15Z, 14:30Z, 14:45Z e 15:00Z. Fonte: Autoria própria.

Analisando as imagens com foco no município (Figura 10), às 13:00Z, observa-se apenas um núcleo convectivo isolado na porção noroeste do município, ainda distante da região central. Nesse momento, não havia precipitação sobre a área urbana e tampouco indícios de formação de estruturas precipitantes nas proximidades do ponto de alagamento.

A partir das 13:30Z, células convectivas começam a se desenvolver e se organizar entre os setores norte e oeste de Bauru. Esses núcleos apresentam intensidades fracas a moderadas e avançam gradualmente em direção à área central. Embora ainda dispersas, essas células já indicavam a aproximação de um sistema mais amplo, que tenderia a alcançar a Avenida Nações Unidas nos minutos seguintes.

No horário de 13:52Z, verifica-se uma intensificação significativa da precipitação. Um conjunto de núcleos convectivos mais organizados avança pelo

setor oeste e sudoeste da cidade, atingindo simultaneamente os bairros Vila Dutra, Jardim Ouro Verde e regiões adjacentes. As cores amarelas e alaranjadas no radar denotam volumes mais elevados de precipitação, indicando chuva moderada a forte. Nesse instante, as células já se aproximam claramente da região onde ocorrem os alagamentos, evidenciando um sistema com deslocamento favorável à ocorrência de impactos na área urbana.

Às 14:00Z, a precipitação torna-se intensa sobre a parte central de Bauru, abrangendo diretamente a Avenida Nações Unidas (apesar de apenas a borda do sistema estar sobre o local) . O núcleo convectivo dominante, que anteriormente se formara no setor oeste, desloca-se para leste e se concentra sobre a área de alagamento (ponto “X”).

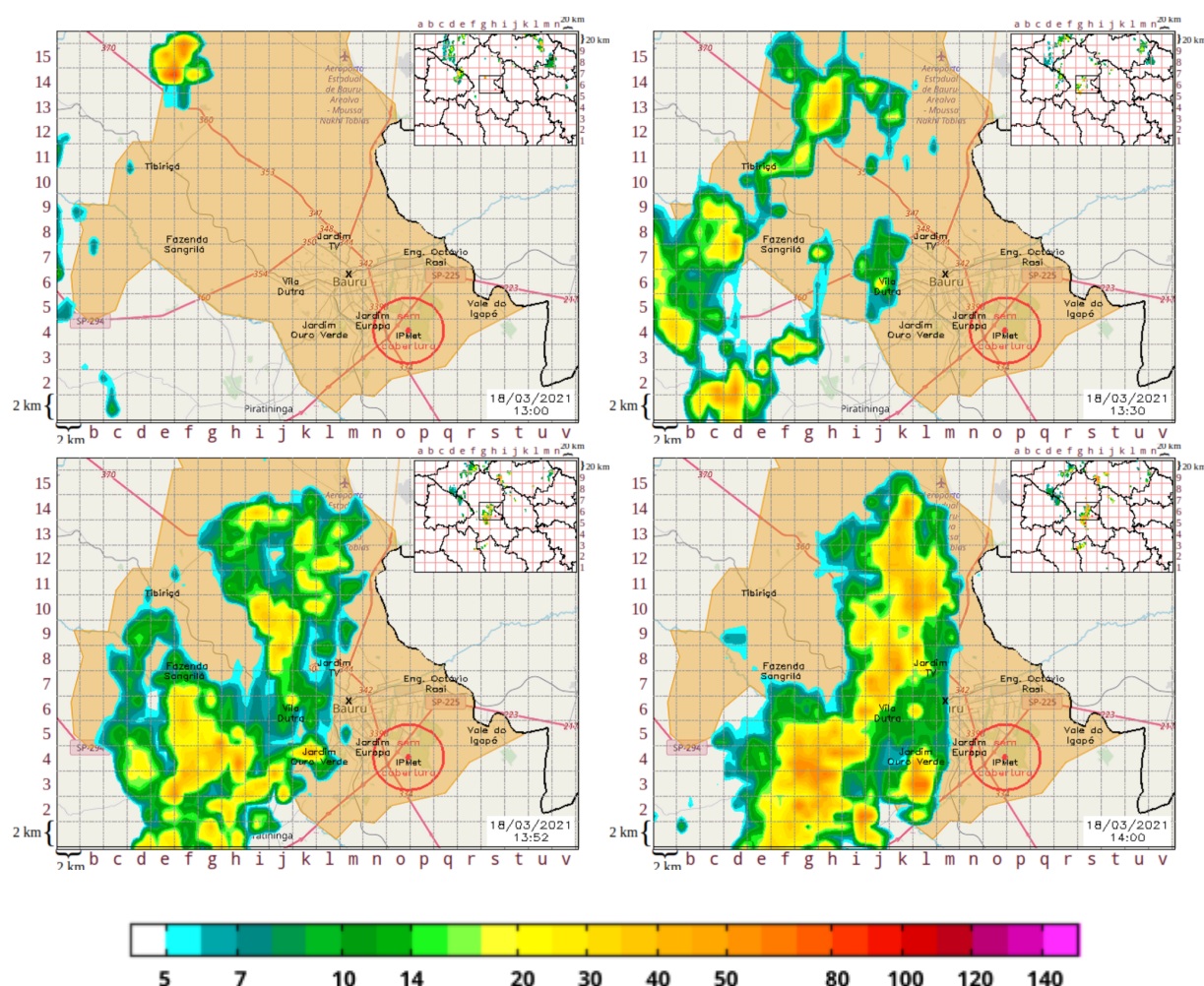


Figura 10 - Imagens do município de Bauru para o dia 18/03/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 13:00Z, 13:30Z, 13:52Z e 14:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

A configuração espacial sugere precipitação contínua e volumosa ao longo do período, reforçando a relação entre a evolução dessa célula e a ocorrência de acúmulo de água na via.

Observa-se que, às 14:15Z (Figura 11), há o avanço da precipitação com intensidade moderada a forte visto na imagem anterior, abrangendo toda a região da Avenida Nações Unidas. Os tons alaranjados e amarelos indicam valores mais elevados, sugerindo chuva intensa, com maior concentração sobre a área urbana em direção ao setor central.

Nas varreduras seguintes, às 14:30Z, 14:45Z e 15:00Z, nota-se a diminuição da intensidade em comparação ao horário anterior, embora a chuva moderada ainda permaneça sobre o município e também sobre o local de estudo.

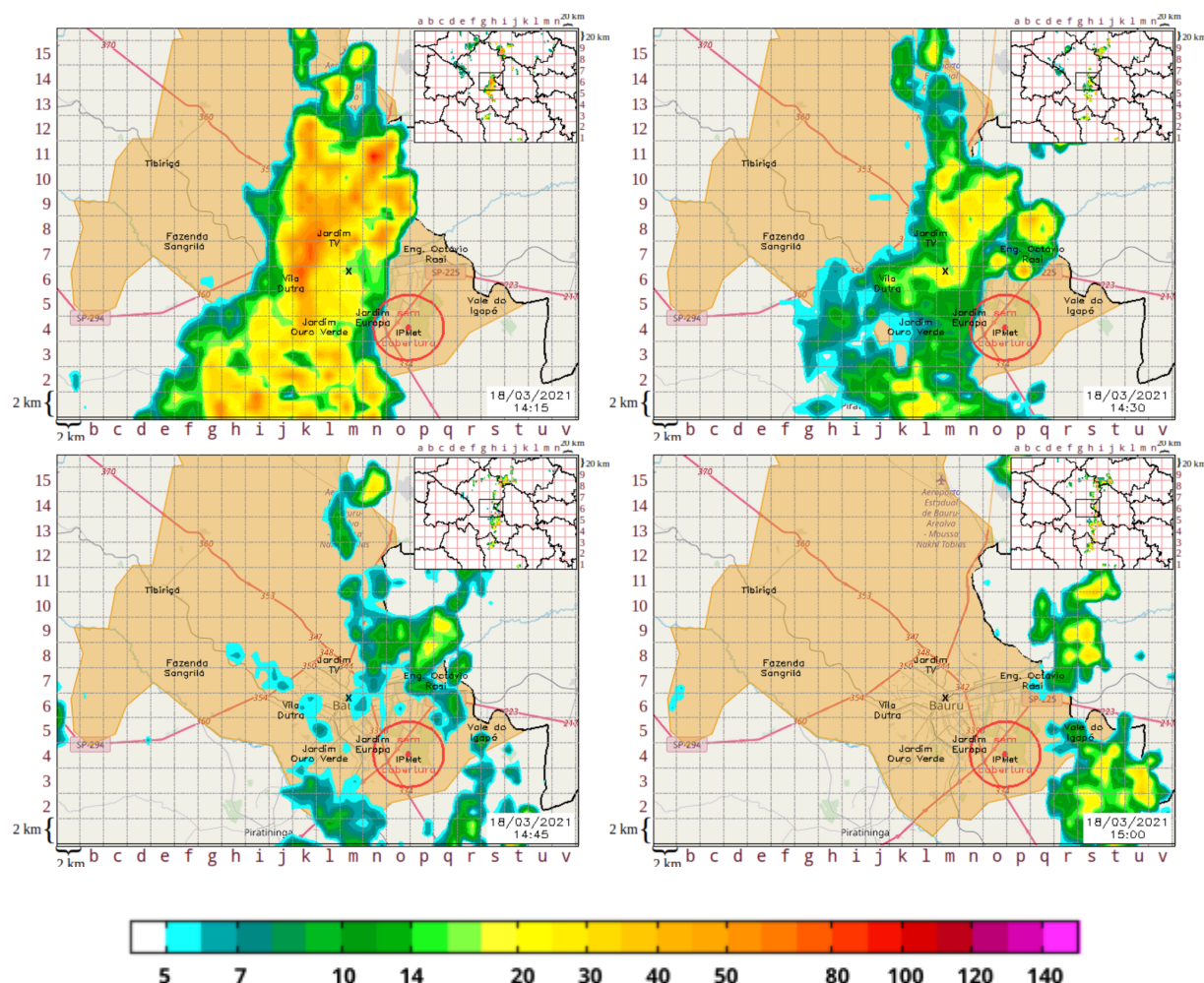


Figura 11 - Imagens do município de Bauru para o dia 18/03/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 14:15Z, 14:30Z, 14:45Z e 15:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

O sistema começa a fragmentar-se e deslocar-se para leste e sudeste, deixando de atuar sobre quase toda a área urbana de Bauru.

A quantidade de precipitação acumulada obtida pelos dados da estação meteorológica foi de 52,8 mm, enquanto a do radar foi de 50,0 mm — (valores muito próximos)

Portanto, embora tenha relato de inundações na Avenida Nações Unidas, os alertas do IPMet foram apenas de chuva moderada. Contudo, as imagens do radar mostram núcleos fortes de precipitação se deslocando em direção à Bauru. A emissão dos alertas ocorreu apenas após o início da precipitação, e, nos 60 minutos que antecederam o início do evento, não foi mencionado nos alertas a aproximação de chuvas para Bauru.

Neste caso, a emissão do alerta, apesar de acontecer antes do momento de maior intensidade, foi após o início da chuva e, logo, também não foi efetivo.

5.3 26 de novembro de 2021

A precipitação registrada no dia 26 de novembro de 2021 iniciou-se por volta das 17:00Z (14h00, horário local) segundo as imagens de radar disponíveis no produto Chuva Diária no site do IPMet. O Boletim do Tempo emitido às 16:01Z (13h01, horário local), já indicava a ocorrência de chuvas sobre o estado de São Paulo, embora as menções se restringem a municípios fora da área regional de Bauru.

Às 17:09Z (14h09, horário local), foi publicada uma nova atualização, desta vez sinalizando a aproximação de precipitação de intensidade variando entre fraca e forte para Bauru, com previsão de chegada entre 15 e 30 minutos.

Nas emissões seguintes, realizadas às 18:06Z (15h06, horário local), 19:10Z (16h10, horário local), 20:05Z (17h05, horário local) e 21:06Z (18h06, horário local), não houve novas menções diretas à cidade (Figura).

Boletim do Tempo**CÃ©u nublado com chuvas no estado de SÃ£o Paulo**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estÃ£o detectando chuvas fracas a fortes, algumas acompanhadas por descargas elÃ©tricas, no estado de SÃ£o Paulo. Chuva forte, acompanhada por descargas elÃ©tricas, dentro de 15 a 30 minutos para os municÃpios de TupÃ, HerculÃndia, SÃ£o Pedro do Turvo, Santa Cruz do Rio Pardo, Bernardino de Campos e Ãleo. Chove tambÃm no leste do Mato

Grosso do Sul, no norte do ParanÃ e sul de Minas Gerais.

Elaborado por: [REDACTED] em
2021-11-26 13:01:50

Boletim do Tempo**CÃ©u nublado com chuvas no estado de SÃ£o Paulo**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estÃ£o detectando chuvas fracas a fortes, algumas acompanhadas por descargas elÃ©tricas, no estado de SÃ£o Paulo. Chuva forte, acompanhada por descargas elÃ©tricas, dentro de 15 a 30 minutos para os municÃpios de Presidente EpitÃcio, Caiua, Balbino, ReginÃpolis e Iacanga. Chove tambÃm no leste do Mato Grosso do Sul, no norte do ParanÃ e sul de Minas Gerais.

Elaborado por: [REDACTED] em
2021-11-26 15:06:11

Boletim do Tempo**CÃ©u nublado com chuvas no estado de SÃ£o Paulo**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estÃ£o detectando chuvas fracas a fortes, algumas acompanhadas por descargas elÃ©tricas, no estado de SÃ£o Paulo. Chove tambÃm no leste do Mato Grosso do Sul, no norte do ParanÃ e sul de Minas Gerais.

Elaborado por: [REDACTED] em
2021-11-26 17:05:03

Boletim do Tempo**CÃ©u nublado com chuvas no estado de SÃ£o Paulo**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estÃ£o detectando chuvas fracas a fortes, algumas acompanhadas por descargas elÃ©tricas, no estado de SÃ£o Paulo. Chuva forte, acompanhada por descargas elÃ©tricas, dentro de 15 a 30 minutos para os municÃpios de Avanhandava, Ourinhos, LucianÃpolis, Duartina, CabrÃlia Paulista, Piratininga, Borebi, Bauru e Agudos. Chove tambÃm no leste do Mato Grosso do Sul, no norte do ParanÃ e sul de Minas Gerais.

Elaborado por: [REDACTED] em
2021-11-26 14:09:57

Boletim do Tempo**CÃ©u nublado com chuvas no estado de SÃ£o Paulo**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estÃ£o detectando chuvas fracas a fortes, algumas acompanhadas por descargas elÃ©tricas, no estado de SÃ£o Paulo. Chuva forte, acompanhada por descargas elÃ©tricas, dentro de 15 a 30 minutos para os municÃpios de Ouro Verde (G), Dracena (G), JunqueirÃpolis (G), Lourdes, Buritama, CatiguÃ, Novais, Ibitinga (G), Birigui, Bocaina e PaulistÃnia. Chove tambÃm no leste do Mato Grosso do Sul, no norte do ParanÃ e sul de Minas Gerais. Legenda: (G) possibilidade de granizo

Elaborado por: [REDACTED] em
2021-11-26 16:10:54

Boletim do Tempo**CÃ©u nublado com chuvas no estado de SÃ£o Paulo**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estÃ£o detectando chuvas fracas a fortes, algumas acompanhadas por descargas elÃ©tricas, no estado de SÃ£o Paulo. Chove tambÃm no leste do Mato Grosso do Sul, no norte do ParanÃ e sul de Minas Gerais.

Elaborado por: [REDACTED] em
2021-11-26 18:06:02

Figura 12 - Publicações do Boletim do Tempo no dia 26/11/2021 em Bauru–SP. As menções ao municÃpio estÃo sublinhados na cor vermelha, assim como o horÃrio. Fonte: IPMet/Unesp.

A anÃlise das imagens de radar confirma o deslocamento do sistema de forma compatÃvel com os horÃrios das publicações. Verifica-se, inicialmente, a presença de cÃlulas convectivas avançando sobre o estado das direções sudoeste e noroeste (Figura 13), com aproximação gradativa para a regiÃo central, conforme observado nas varreduras das 16:30Z e 16:45Z.

Por volta das 17:30Z, esses nÃcleos se reorganizam e se unem, intensificando o sistema à medida que se deslocam em direção a Bauru. O pico de refletividade é identificado às 17:45Z, momento em que o nÃcleo de maior intensidade já se encontra sobre o municÃpio.

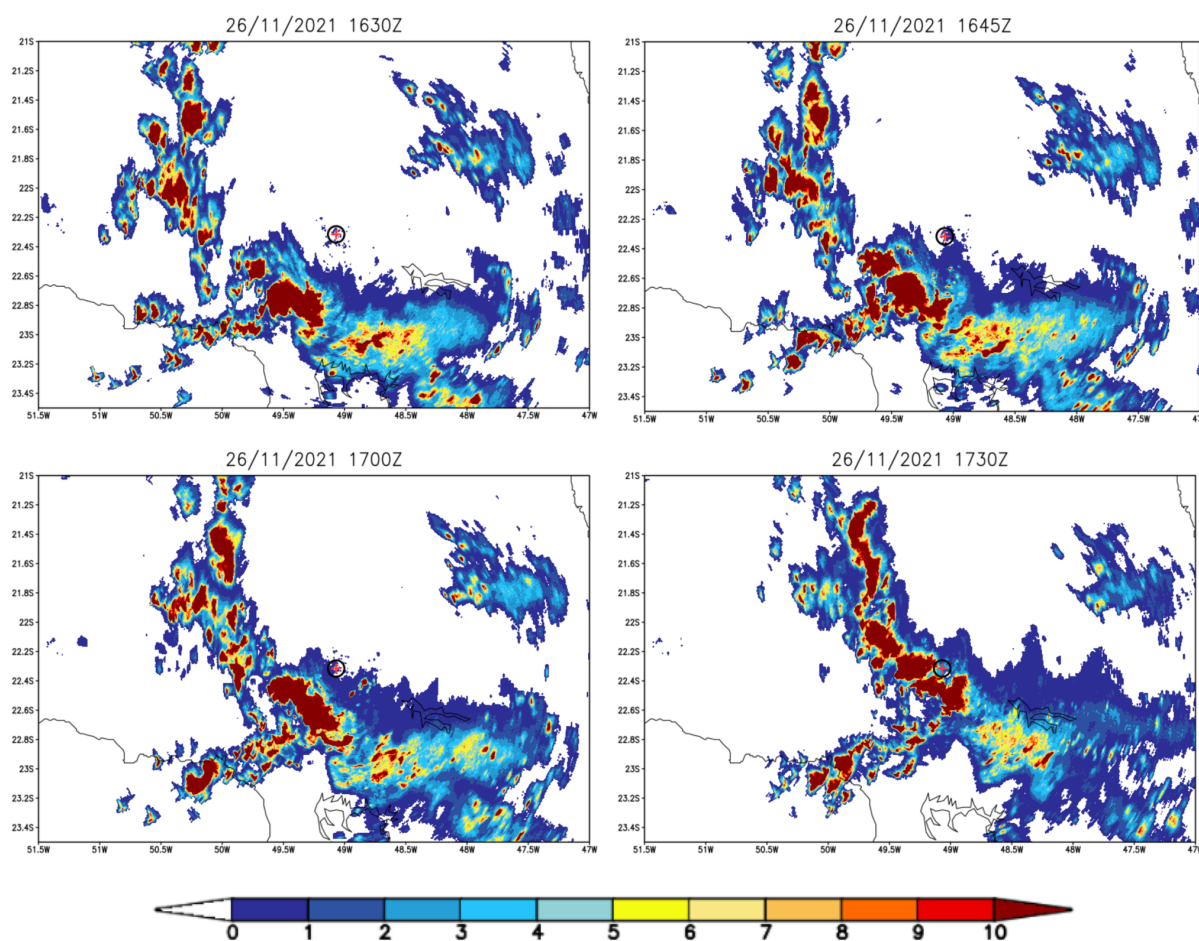


Figura 13 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 26/11/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 16:30Z, 16:45Z, 17:00Z e 17:30Z. Fonte: Autoria própria.

Nos horários seguintes (18:15Z, 18:45Z e 19:00Z), observa-se o afastamento do sistema para leste, indicando a perda gradual da sua intensidade sobre a área urbana do município (Figura 14).

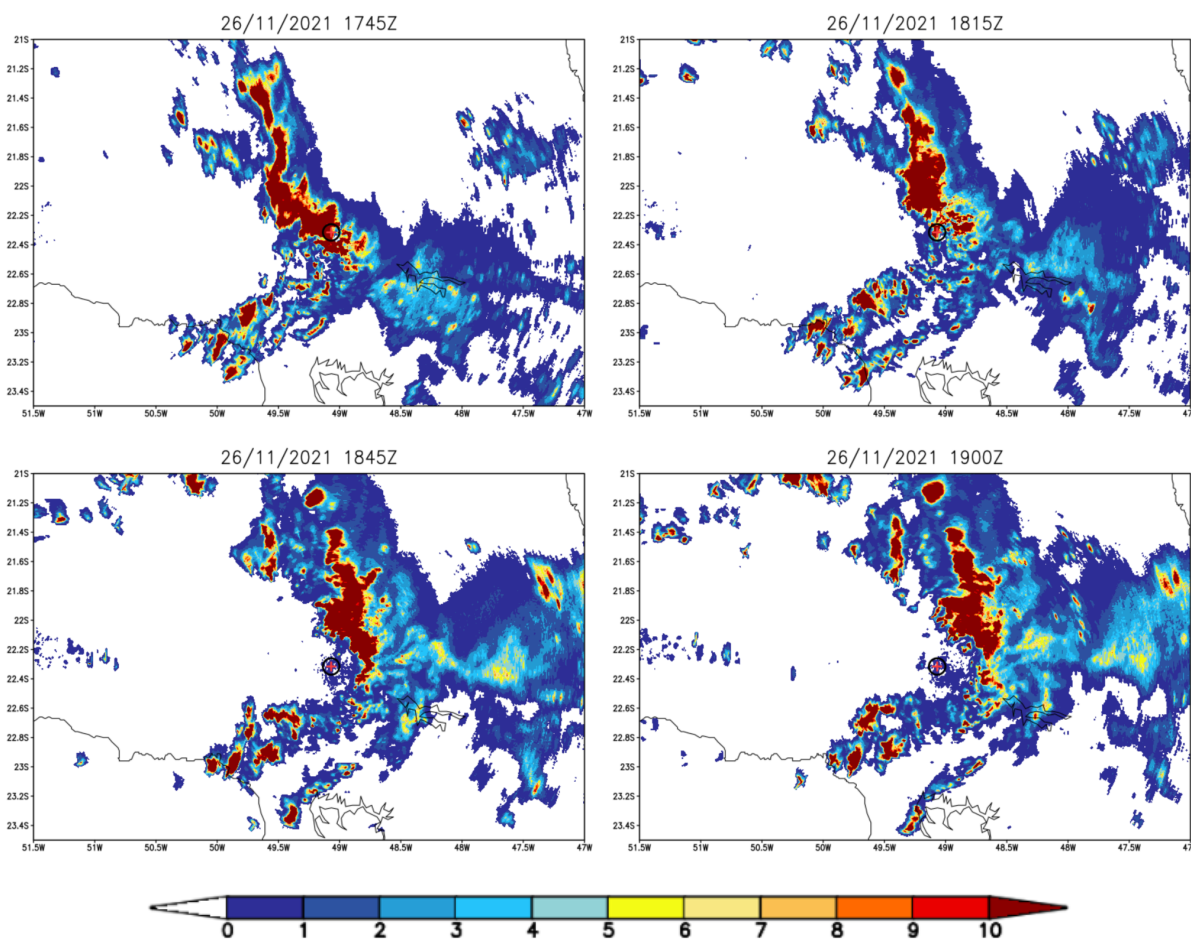


Figura 14 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 26/11/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 17:45Z, 18:15Z, 18:45Z e 19:00Z. Fonte: Autoria própria.

Analisando as imagens de radar do município, às 16:30Z e 16:45Z, observa-se a ausência de núcleos, porém é possível identificar no canto superior direito, onde mostra a região ao redor da cidade, que há a aproximação de um sistema deslocando-se gradualmente em direção ao interior paulista.

Às 17:00Z, o radar identifica um núcleo franco ao extremo sul do município, o que sugere a aproximação inicial de um sistema (olhando o mapa no canto superior direito, conseguimos identificar que está se deslocando para a cidade).

Na varredura seguinte, às 17:30Z, o cenário muda. Aqui ocorre uma mudança significativa no cenário. Uma área extensa de precipitação moderada a forte avança rapidamente pela porção oeste/sudoeste da área de cobertura, aproximando-se de Bauru. Os tons amarelos e alaranjados representam precipitações mais intensas. Apesar da proximidade, o centro urbano de Bauru ainda

não está sob a chuva, mas a borda da instabilidade já alcança regiões mais próximas, como Tibiriçá e zonas rurais ao oeste.

Todo esse processo podemos observar na Figura 15 .

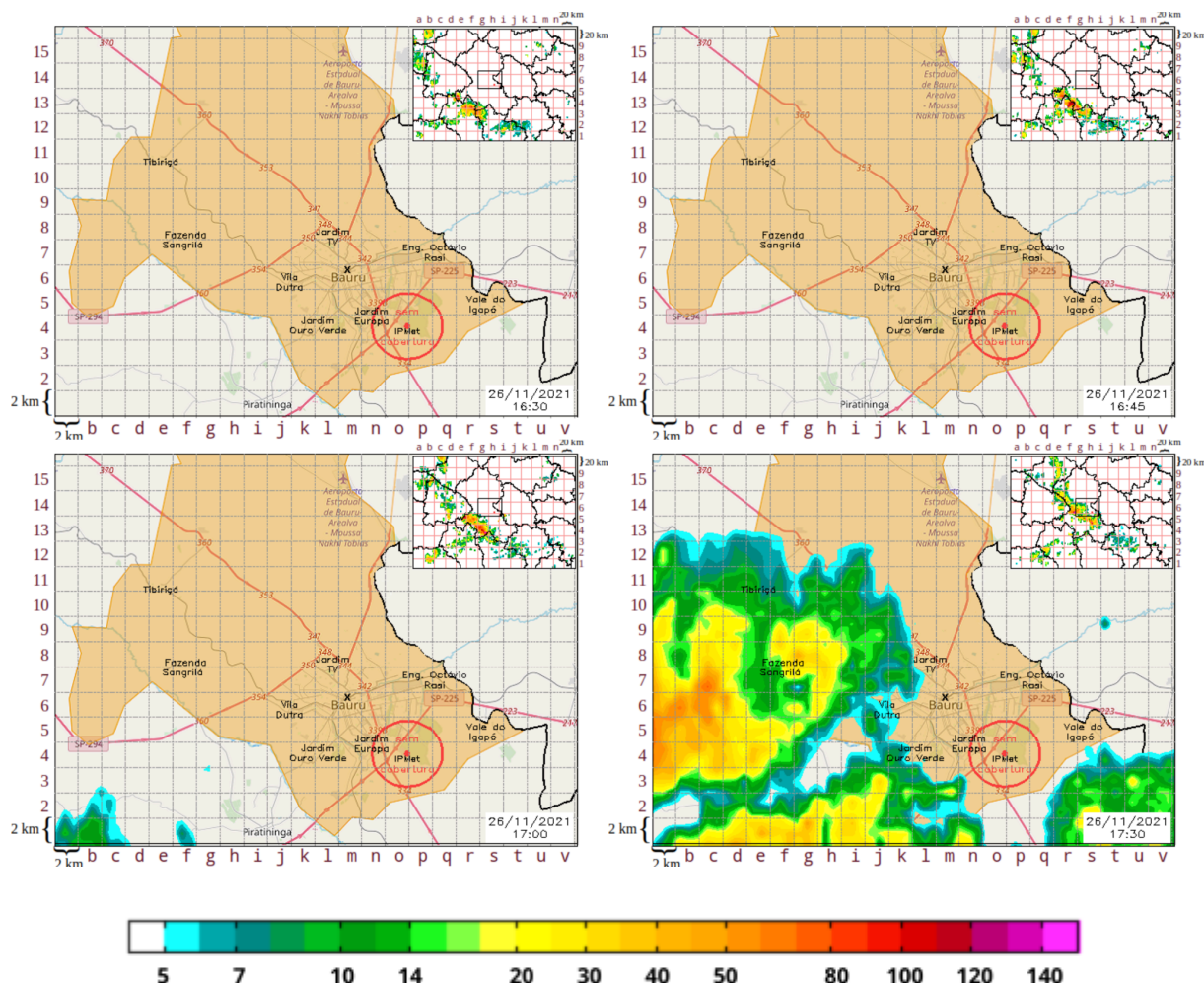


Figura 15 - Imagens do município de Bauru para o dia 26/11/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 16:00Z, 16:30Z, 17:00Z e 17:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

A Figura 16, mostra a evolução desse sistema. Às 17:45Z, a precipitação envolve toda a área urbana e bairros ao redor. Há células mais intensas sobre a faixa central e sul do município.

Às 18:15Z, o sistema já está mais enfraquecido e se desloca para nordeste/leste, porém ainda é possível identificar um núcleo sobre o local de estudo.

Às 18:45Z e 19:00Z, não há mais indicativo de precipitação sobre Bauru, confirmando o encerramento do evento.

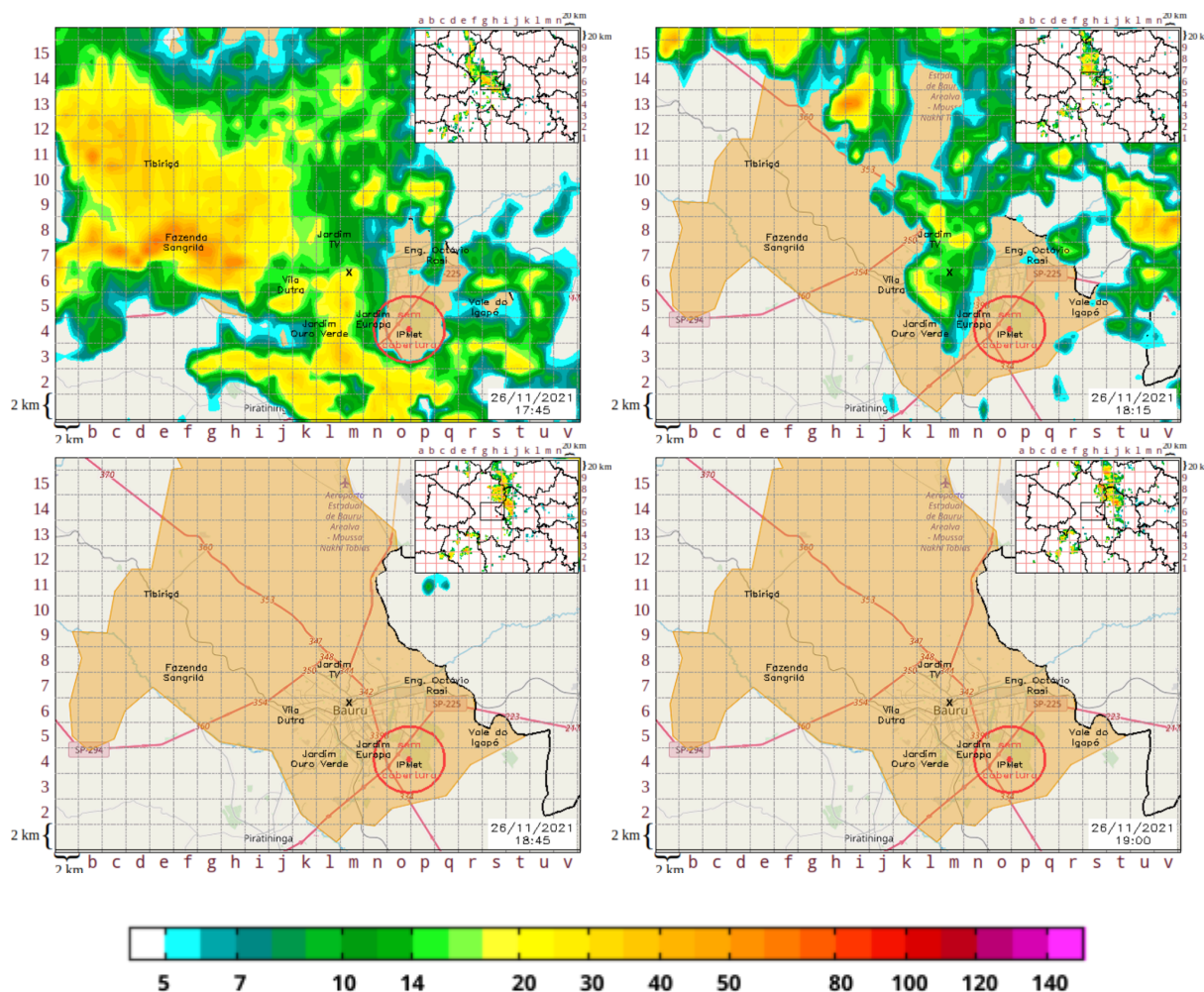


Figura 16 - Imagens do município de Bauru para o dia 26/11/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 17:45Z, 18:15Z, 18:45Z e 19:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

A estimativa de precipitação obtida a partir dos dados de radar foi de 45,0 mm, sendo menor que a acumulada da estação meteorológica, que foi de aproximadamente 53,8 mm.

Utilizando o critério adotado, onde analisamos as imagens dos 60 minutos anteriores ao início do evento e cruzamos com o histórico do Boletim de Tempo para verificar se houve a emissão do alerta no mesmo período, neste caso, consideraríamos a ineficiência do alerta, visto que há o deslocamento do sistema em direção a Bauru e pode ser visto antes do início da chuva (17:00Z). No entanto, é importante ressaltar, que o boletim publicado às 17:09Z (14h09, horário local), indica aproximação de chuva forte a Bauru entre 15 a 30 minutos, o que de fato aconteceu, pois na Figura 15 , é possível ver a chuva sobre o município da varredura das 17:30Z.

5.4 17 de dezembro de 2021

A chuva do dia 17 de dezembro de 2021 em Bauru, iniciou-se por volta das 18:00Z (15h00, horário local) segundo as imagens de radar disponíveis no produto Chuva Diária no site do IPMet. Os registros do Boletim do Tempo (Figura 17) realizados às 17:07Z (14h07, horário local) 18:05Z (15h05, horário local), mencionavam apenas a presença de nebulosidade sobre o estado e a ocorrência de chuvas, sem referência direta ao município. O primeiro alerta direcionado, ocorreu às 19:11Z (16h11, horário local), indicando chuva forte acompanhada de descargas elétricas. Na atualização das 20:01Z (17h01, horário local) o município deixou de ser citado, embora permanecesse a indicação de nebulosidade acentuada e chuva em outras regiões.

Boletim do Tempo Muita nebulosidade e ocorrências de chuvas no estado de São Paulo Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas com intensidades de fracas a fortes, algumas acompanhadas por descargas elétricas, no estado de São Paulo. Elaborado por: [REDACTED] em 2021-12-17 14:07:38	Boletim do Tempo Muita nebulosidade e ocorrências de chuvas no estado de São Paulo Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas com intensidades de fracas a fortes, algumas acompanhadas por descargas elétricas, no estado de São Paulo. Elaborado por: [REDACTED] em 2021-12-17 15:05:58
Boletim do Tempo Muita nebulosidade e ocorrências de chuvas no estado de São Paulo. <u>Chove forte em Bauru.</u> Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas com intensidades de fracas a fortes, algumas acompanhadas por descargas elétricas, no estado de São Paulo. Elaborado por: [REDACTED] em 2021-12-17 16:11:45	Boletim do Tempo Muita nebulosidade e ocorrências de chuvas no estado de São Paulo. Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando chuvas com intensidades de fracas a fortes, algumas acompanhadas por descargas elétricas, no estado de São Paulo. Elaborado por: [REDACTED] em 2021-12-17 17:01:52

Figura 17 - Publicações do Boletim do Tempo no dia 17/12/2021 em Bauru-SP. As menções ao município estão sublinhados na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/Unesp.

A interpretação das imagens de radar, permite observar o comportamento e o deslocamento do sistema ao longo do período em que ele antecedeu e/ou atuou sobre a cidade (Figura 18). O sistema avança da direção noroeste do estado, aproximando-se de Bauru às 18:30Z. Às 18:52Z a chuva chega a área urbana, com a refletividade do radar indicando o momento de maior intensidade da precipitação sobre o local.

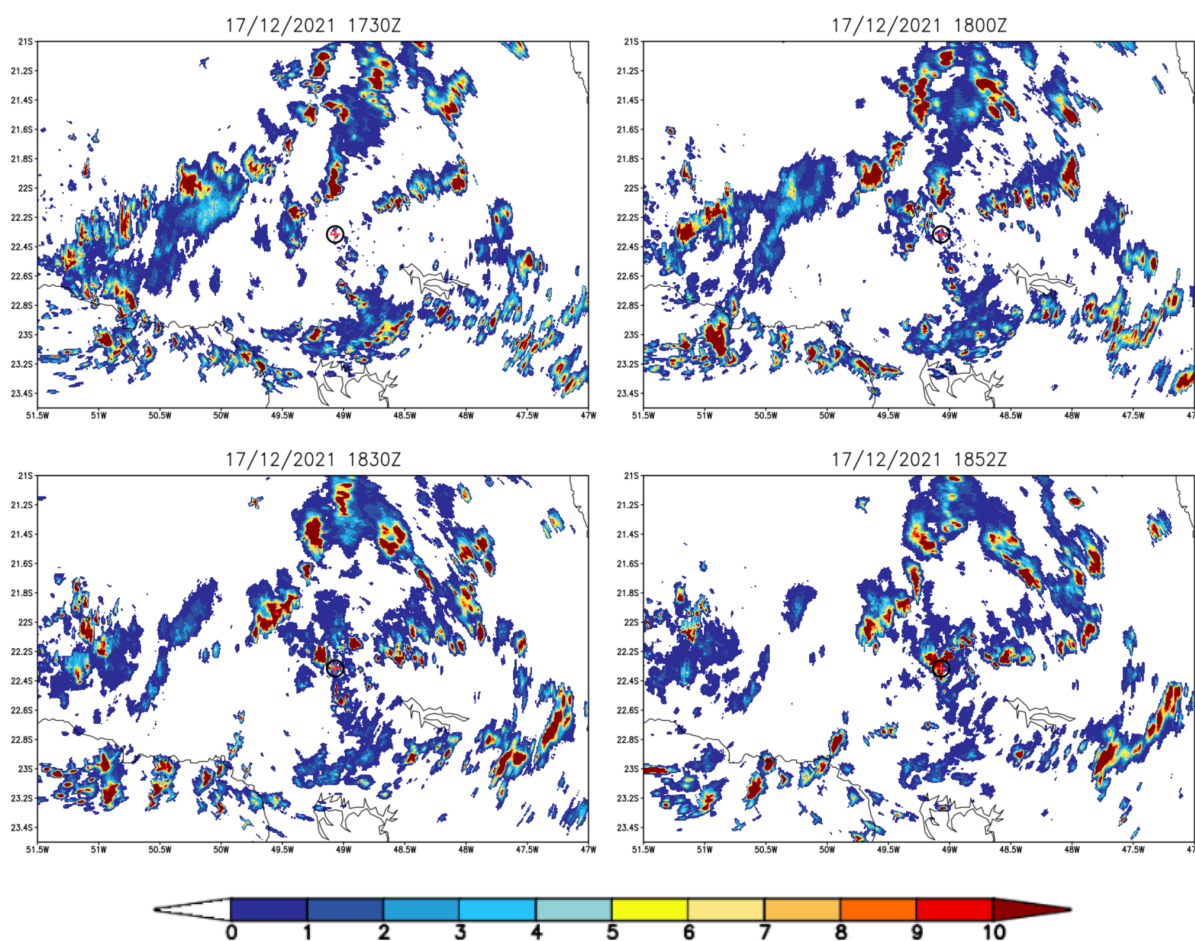


Figura 18 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 17/12/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 17:30Z, 18:00Z, 18:30Z e 18:52Z. Fonte: Autoria própria.

Essa intensidade permanece na varredura seguinte (Figura 19), às 19:15Z, porém nas posteriores, observa-se a diminuição progressiva desse parâmetro e também o deslocamento do sistema para outras localidades. Às 20:00Z, os valores de refletividade já são significativamente menores, sugerindo que a chuva forte tenha perdido força, convertendo-se em precipitação fraca.

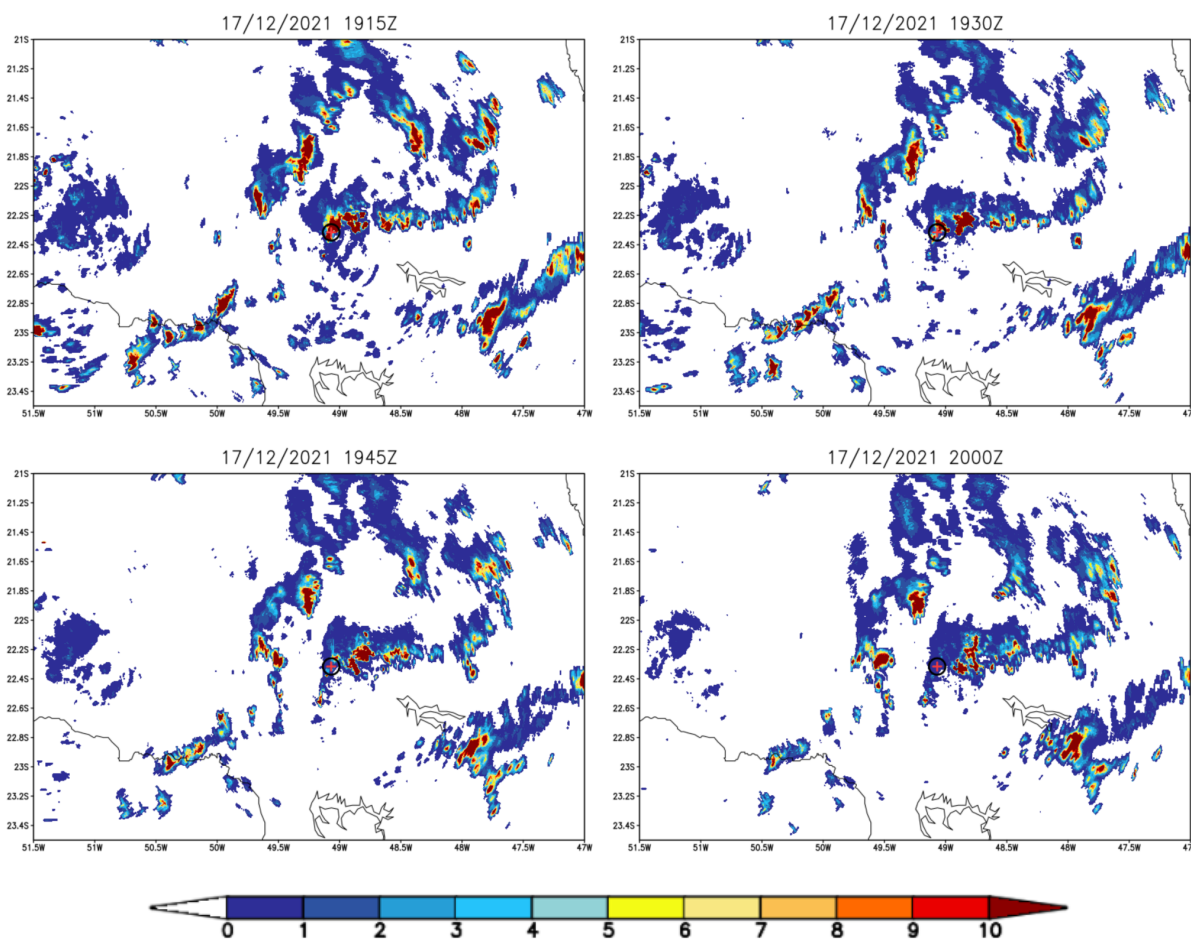


Figura 19 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 17/12/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 19:15Z, 19:30Z, 19:45Z e 20:00Z. Fonte: Autoria própria.

Analisando a Figura 20, no horário das 17:30Z, nota-se sobre o município de Bauru a presença de precipitação ao norte de Bauru, próximo a Tibiriçá e também da Fazenda Shangrilá. A célula se mantinha afastada dos setores mais populosos, inclusive do local de estudo.

A partir das 18:30Z, verificou-se o momento mais significativo do evento. As imagens revelam uma célula de maior porte e intensidade posicionada entre a região de Tibiriçá e os bairros da porção norte de Bauru, com áreas em tons amarelos e vermelhos, indicando chuva moderada a forte. Simultaneamente, outros núcleos menores formaram-se próximos à região central, evidenciando a natureza pulsante da convecção nesse período do dia.

Às 18:52Z, o núcleo principal deslocou-se em direção sul e sudeste, atingindo setores próximos ao Jardim Europa, Vila Aviação e Centro, conforme representado pelo posicionamento da marcação “X” nos mapas. Nesta etapa, a área

urbana apresentou maior abrangência de precipitação, com refletividades compatíveis com chuva intensa de curta duração, típica de células convectivas isoladas.

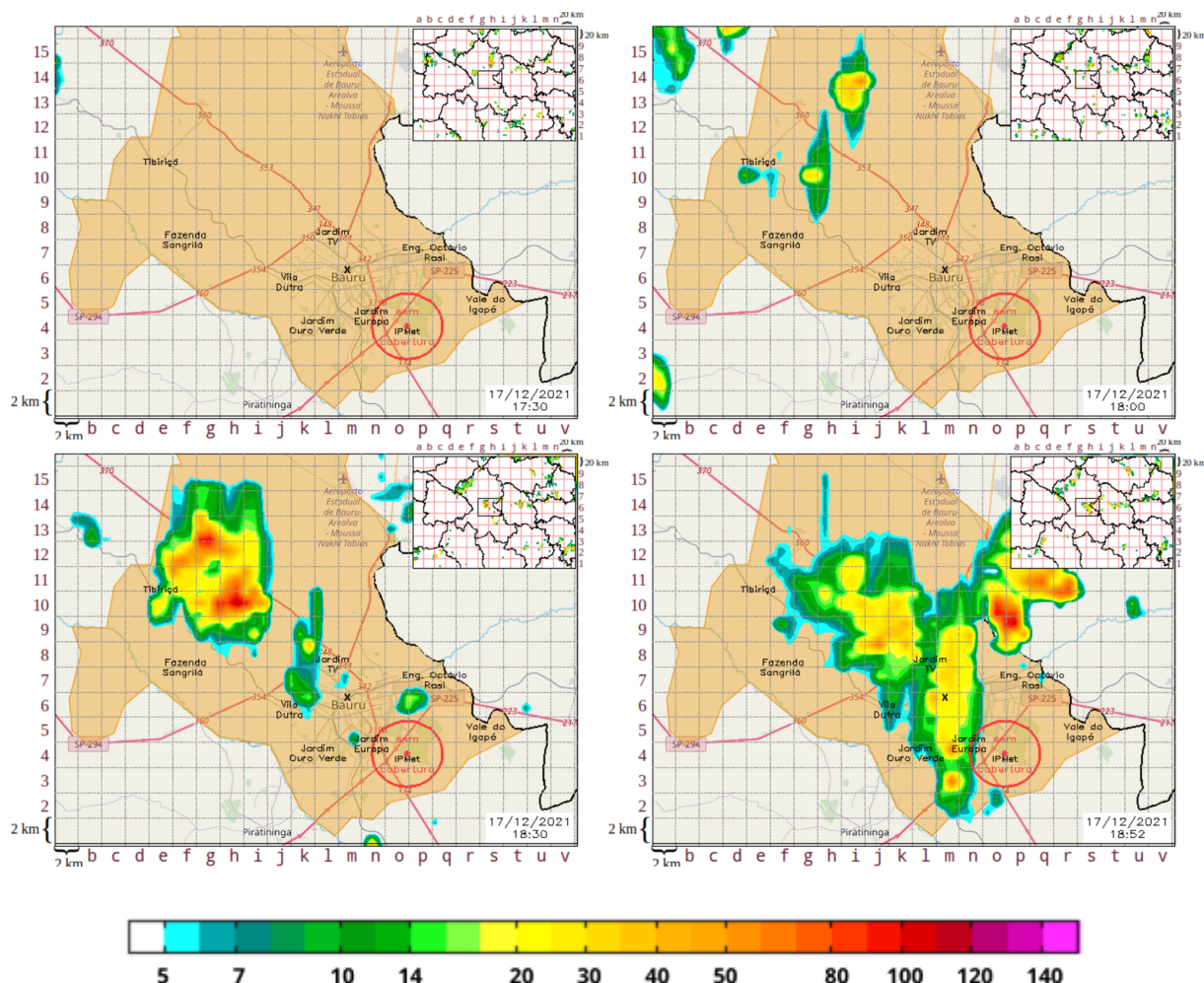


Figura 20 - Imagens do município de Bauru para o dia 17/12/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 17:30Z, 18:00Z, 18:30Z e 18:52Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

A partir das 19:15Z, iniciou-se o processo de dissipação. Os ecos mais intensos já se encontravam fragmentados, e a precipitação tornou-se menos organizada e mais restrita à metade leste do município. Pequenos núcleos residuais ainda foram observados, mas sem atividade expressiva.

Às 19:30Z e 19:45Z, os núcleos já apresentavam significativa perda de intensidade e cobertura espacial, restando apenas áreas isoladas de precipitação fraca nas proximidades da região leste e sudeste de Bauru. Esse comportamento confirma o padrão convectivo de curta duração observado ao longo da tarde.

Por fim, às 20:00Z, não havia mais precipitação significativa sobre o município, e a área encontrava-se sob condições predominantemente estáveis, encerrando o episódio convectivo do dia.

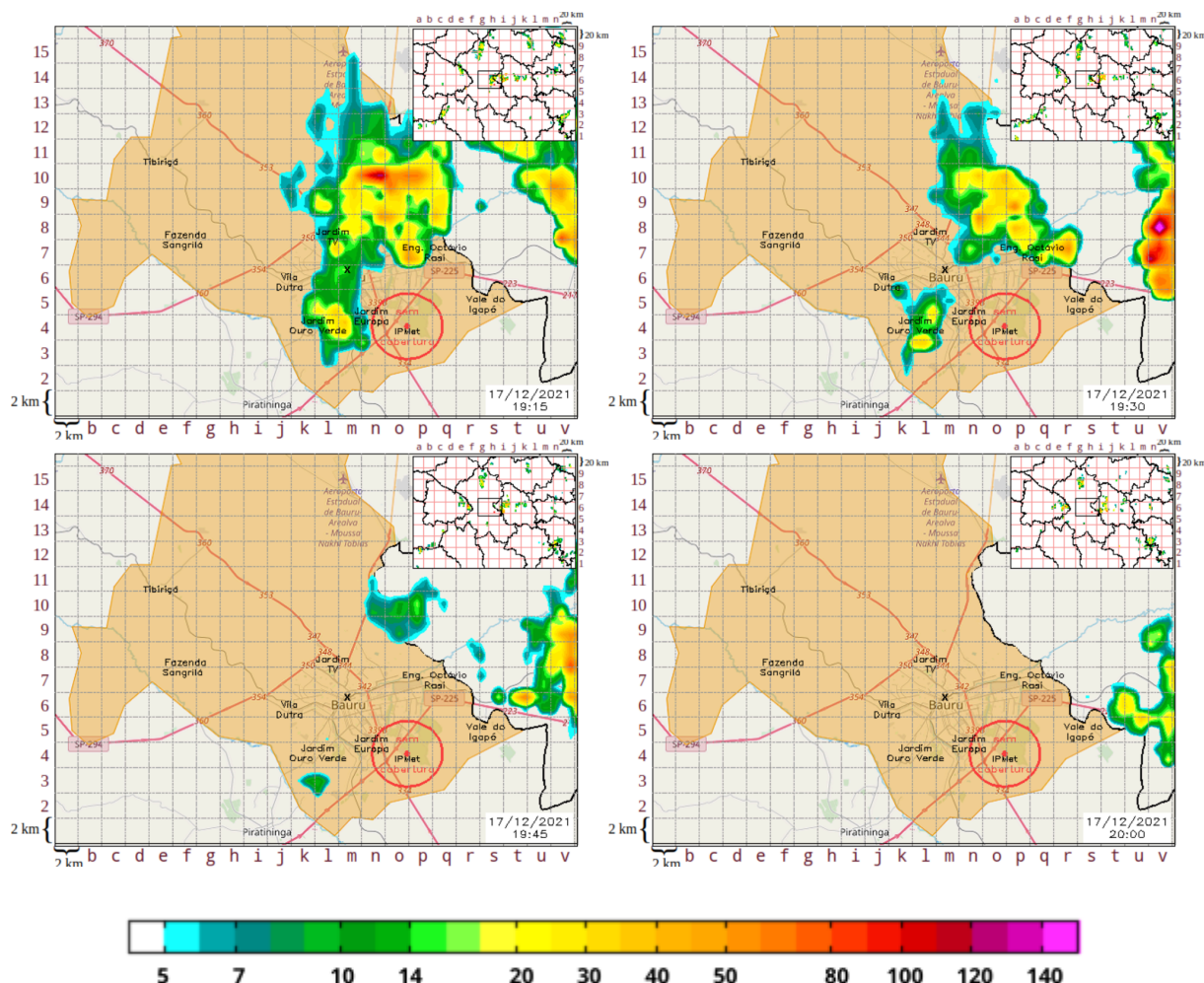


Figura 21 - Imagens do município de Bauru para o dia 17/12/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea (“X” no centro) nos horários das 19:15Z, 19:30Z, 19:45Z e 20:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

Os dados de precipitação da estação no período de duração do evento indicaram um acumulado de 4,3 mm, valor considerado muito baixo para ocasionar o alagamento. No entanto, observando as imagens de radar, verifica-se a ocorrência de chuva na região central da cidade, onde se encontra o ponto de alagamento da Avenida Nações Unidas com 30 mm.

O acumulado obtido pela estação do IPMet apresentou esses valores devido ao núcleo mais intenso da célula estar distante do local onde a estação se encontra instalada.

Nota-se que a emissão do alerta ocorreu após o início do evento, pois nas imagens é possível verificar a chuva já presente sobre Bauru a partir das 18:00Z e o horário de máxima intensidade, ocorreu às 18:52Z, divergindo da única emissão do alerta que mencionava a cidade, ocorrida às 19:11Z. Neste caso, o alerta não foi efetivo.

5.5 30 de dezembro de 2021

A precipitação que atingiu o município de Bauru em 30 de dezembro de 2021 iniciou-se por volta das 18:00Z (15h00, horário local) segundo as imagens de radar disponíveis no produto Chuva Diária no site do IPMet. Os boletins meteorológicos emitidos pelo IPMet (Figura 22) às 17:02Z (14h02, horário local) e 18:01Z (15h01, horário local), já indicavam a ocorrência de chuvas moderadas a fortes em diferentes municípios do estado de São Paulo, embora Bauru ainda não fosse mencionada entre as áreas afetadas.

No boletim das 19:14Z (16h14, horário local), entretanto, o município passou a constar entre as localidades sob influência da precipitação, mantendo a mesma classificação de intensidade. Por fim, às 20:07Z (17h07, horário local), foi publicado um novo alerta abrangendo novamente o estado de São Paulo, com previsão de chuvas moderadas/fortes.

Boletim do Tempo

Chuvas moderadas/fortes, nas regiões dos municípios de: Itapua, Santo Antônio do Aracanguai, Ja, Novo Horizonte, dentre outros.

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando no estado de São Paulo, áreas de chuvas com intensidades fracas a moderadas.

Chuvas fracas no norte do Paraná.

Elaborado por: [REDACTED] em 2021-12-30 14:02:48

Boletim do Tempo

Chuvas moderadas/fortes, nas regiões dos municípios de: Arco, Bauru, Regente Feijó, dentre outros.

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando no estado de São Paulo, áreas de chuvas com intensidades fracas a moderadas.

Chuvas fracas no norte do Paraná.

Elaborado por: [REDACTED] em 2021-12-30 16:14:50

Boletim do Tempo

Chuvas moderadas/fortes, nas regiões dos municípios de: Marília, Alvares Machado, Bocaina, Tupi Paulista, dentre outros.

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando no estado de São Paulo, áreas de chuvas com intensidades fracas a moderadas.

Chuvas fracas no norte do Paraná.

Elaborado por: [REDACTED] em 2021-12-30 15:01:41

Boletim do Tempo

Chuvas moderadas/fortes, no estado de São Paulo.

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando no estado de São Paulo, áreas de chuvas com intensidades fracas a moderadas.

Chuvas fracas no norte do Paraná.

Elaborado por: [REDACTED] em 2021-12-30 17:07:59

Figura 22 - Publicações do Boletim do Tempo no dia 30/12/2021 em Bauru-SP. As menções ao município estão sublinhadas na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/UNESP.

Analisando as imagens fornecidas pelos radares (Figura 23), nota-se que às 18:00Z, há a presença de chuva sobre a cidade de Bauru, mesmo que seja —

conforme a escala — com valores mínimos. Às 18:07Z, verifica-se pouca alteração nas condições de tempo.

Na varredura seguinte, às 18:15Z, observa-se um pequeno núcleo a sul do município. Esse sistema se intensifica e desloca-se em direção a Bauru.

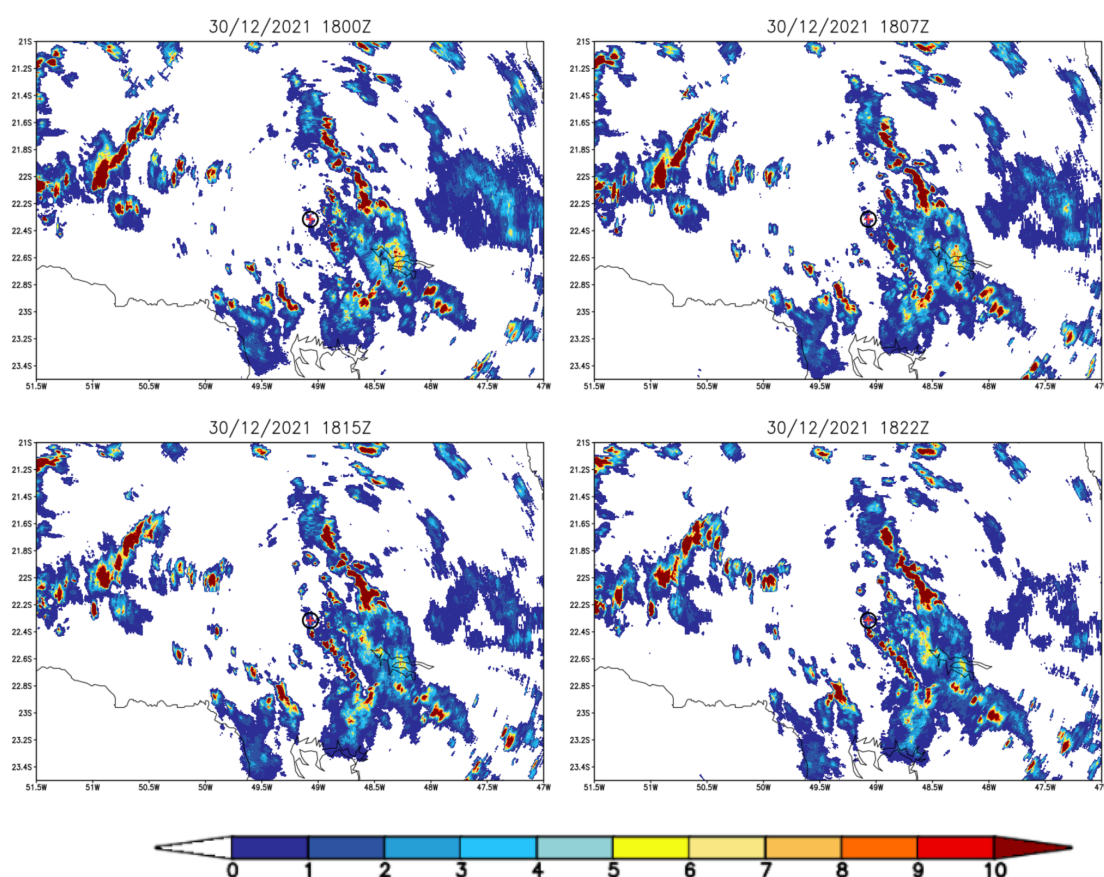


Figura 23 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 30/12/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 18:00Z, 18:07Z, 18:15Z e 18:22Z. Fonte: Autoria própria.

A precipitação chega a área urbana às 18:45Z, sendo esse o momento de maior refletividade e consequentemente maior volume de chuva (Figura 24).

Na varredura das 18:52Z, a intensidade diminui, mas ainda há a presença do sistema sobre o município.

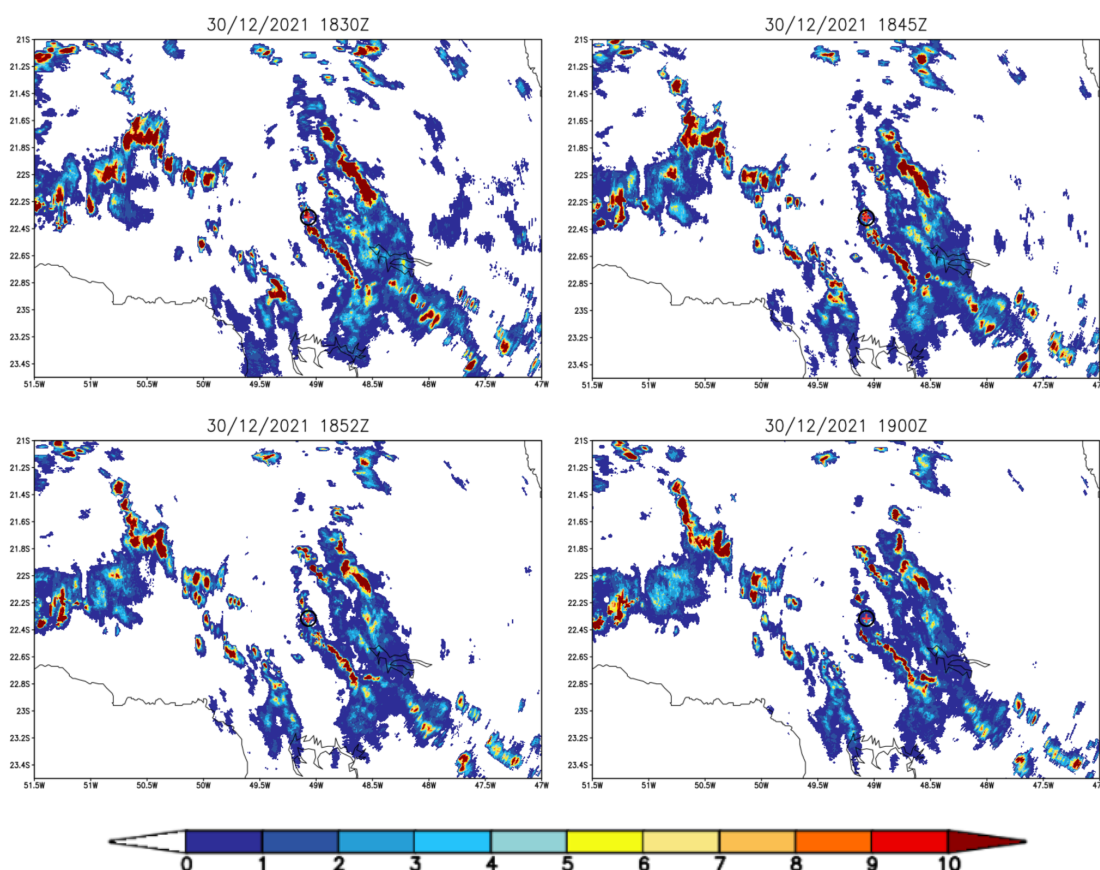


Figura 24 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 26/11/2021, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 1830Z, 18:45Z, 18:52Z e 19:00Z. Fonte: Autoria própria.

Observando as imagens do radar do município (Figura 25), no primeiro horário (18:00Z), observa-se um padrão ainda pouco ativo sobre o município. As células precipitantes estão restritas ao setor sudeste, fora do perímetro urbano, apresentando intensidades fracas. Neste momento, o núcleo mais significativo está localizado próximo ao limite sudeste do mapa, ainda afastado da região central de Bauru.

Às 18:07Z, pequenas áreas precipitantes começam a se aproximar da cidade a partir do quadrante leste-sudeste, embora ainda apresentem baixa refletividade. Essa aproximação sugere o início de intensificação convectiva na periferia, mas sem impacto direto sobre o centro urbano.

Por volta de 18:15Z, nota-se uma mudança importante: uma célula mais organizada e de intensidade moderada se forma ao sul de Bauru, deslocando-se em direção ao setor sudeste do município. Apesar disso, a precipitação ainda não atinge

áreas densamente habitadas. A estrutura convectiva apresenta padrão isolado, coerente com atividade local e não associada a sistemas de maior escala.

Às 18:22Z ocorre a primeira intensificação relevante sobre o município. A célula anteriormente posicionada ao sul avança em direção à área central, apresentando núcleos de refletividade moderada a forte. Esse desenvolvimento sugere rápida maturação convectiva, característica comum de tempestades de curta duração em ambientes atmosféricos instáveis no final da tarde.

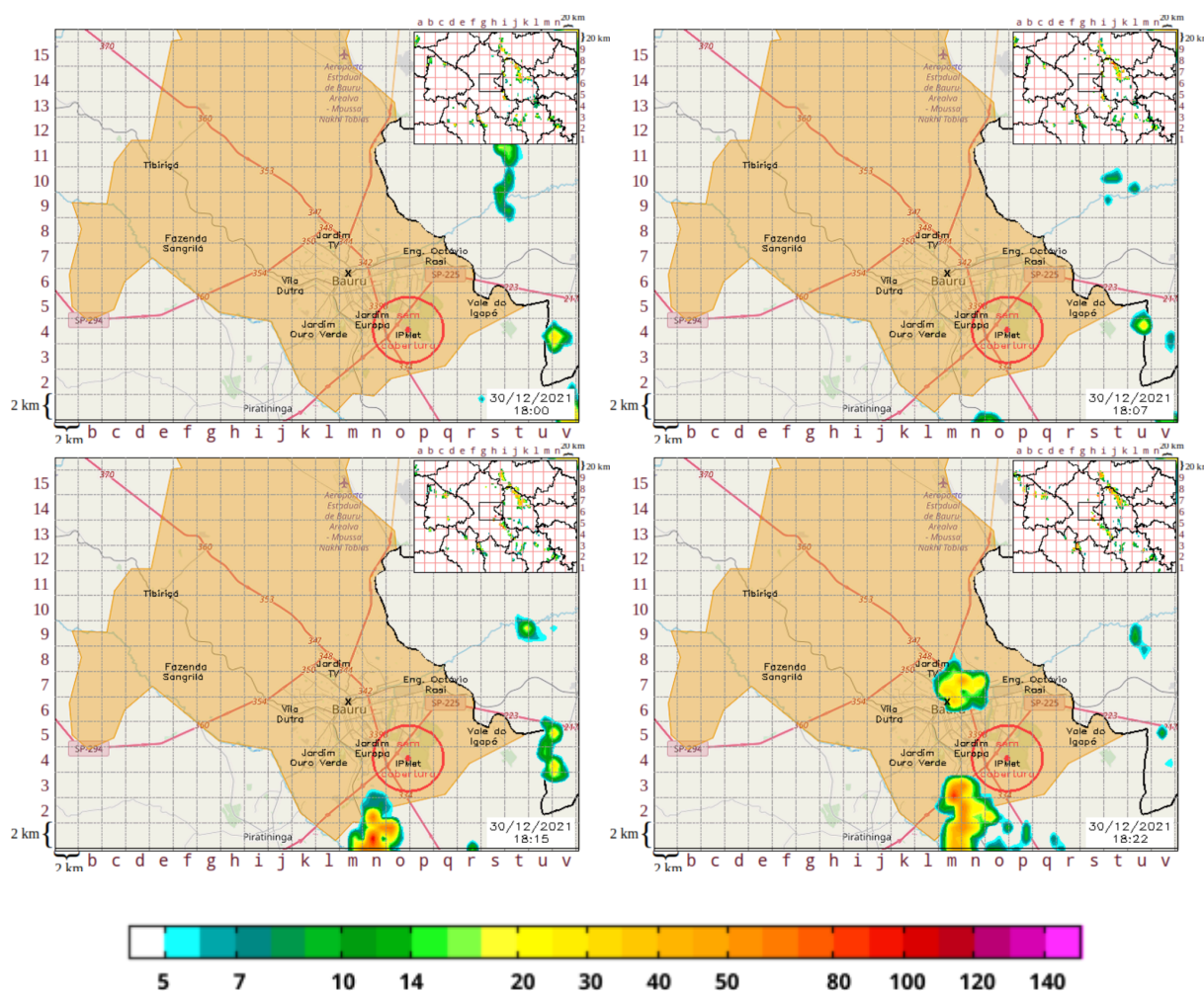


Figura 25 - Imagens do município de Bauru para o dia 30/12/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 18:00Z, 18:07Z, 18:15Z e 18:22Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

Na Figura 26, às 18:30Z, observa-se a presença de dois núcleos precipitantes distintos: um ao norte da cidade, com intensidade moderada, e outro mais expressivo ao sul, já atingindo diretamente bairros como Jardim Europa, Jardim

Estoril e Vila Aviação. A estrutura meridional apresenta áreas de forte refletividade, indicando possibilidade de chuva intensa e rajadas de vento localizadas.

Às 18:45Z, a organização convectiva atinge seu ápice. O núcleo principal, agora sobre a região central e sudeste de Bauru, exibe refletividades elevadas e expansão horizontal significativa. O padrão indica o estágio maduro da célula, com forte convecção e precipitação intensa. No mesmo intervalo, células secundárias aparecem a noroeste, embora de menor intensidade.

No campo das 18:52Z, a célula principal já inicia um processo de fragmentação, apresentando múltiplos núcleos moderados espalhados sobre o município. Isso sugere perda de sustentação vertical, típica da fase de dissipação convectiva. No entanto, ainda há registro de precipitação considerável em bairros da região sul e sudeste.

Por fim, às 19:00Z, o sistema encontra-se claramente em declínio sobre Bauru. O núcleo mais forte se desloca para o norte, já afastado do setor central, enquanto a área urbana passa a experimentar apenas ecos fracos e residuais. A convecção se desloca para fora do município, caracterizando o fim do evento principal.

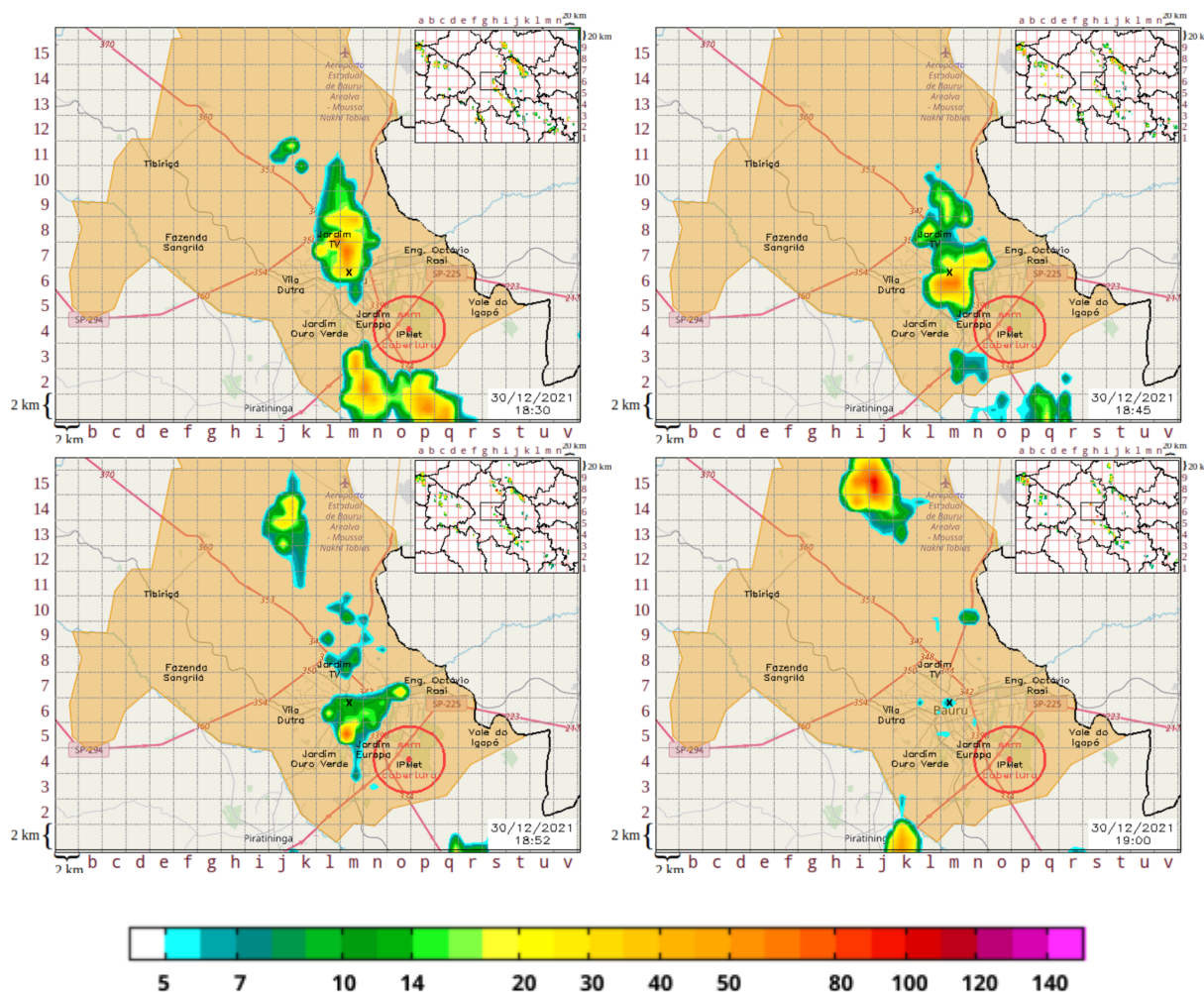


Figura 26 - Imagens do município de Bauru para o dia 30/12/2021, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 18:30Z, 18:45Z, 18:52Z e 19:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

A quantidade de precipitação observada pela estação do IPMet no período de duração do evento foi de 26,6 mm. Esse valor ficou muito próximo com a estimada pelo radar, 25,0 mm.

Como o evento iniciou-se às 18:00Z (15h00, horário local), o seu momento de maior intensidade ocorreu às 18:45Z (15h45, horário local), e o primeiro boletim direcionado a Bauru ocorreu apenas às 19:14Z (16h14, horário local), neste caso, seguindo o critério dos 60 minutos de antecedência do início da chuva, a emissão do alerta também não foi efetiva.

5.6 29 de novembro de 2022

No dia 29 de novembro de 2022, a precipitação analisada aproximou-se de Bauru às 21:30Z (18h30, horário local) segundo as imagens de radar disponíveis no produto Chuva Diária no site do IPMet. As atualizações do Boletim do Tempo (Figura 27) indicam que, inicialmente, o tempo estava instável e apresentava chuvas espalhadas pelo estado de São Paulo, sem menções diretas à cidade. A primeira citação a Bauru ocorreu no boletim das 22:06Z (19h06, horário local), alertando para a presença de chuvas fortes acompanhadas de descargas elétricas na região.

Em seguida, o boletim das 23:15Z (20h15, horário local), reforçou a continuidade das precipitações, destacando que o sistema mantinha intensidade moderada a forte. A última menção a Bauru foi registrada às 01:05Z (22h05, horário local), apontando que ainda havia ocorrência de chuvas, embora já com tendência de enfraquecimento do sistema convectivo.

Boletim do Tempo

Tempo instável com chuvas espalhadas pelo estado de São Paulo.

Os radares do IPMet/UNESP, localizado em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando vários núcleos de chuva no estado de São Paulo, principalmente na região norte e leste do estado.

Elaborado por: [REDACTED] em 2022-11-29 17:50:16

Boletim do Tempo

Áreas de chuvas espalhadas pelo estado de São Paulo.

Os radares do IPMet/UNESP, localizado em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando vários núcleos de chuvas no estado de São Paulo, com intensidade fracas a fortes, algumas acompanhadas por trovoadas e descargas elétricas, principalmente na metade norte do estado. As chuvas mais intensas estão nos municípios: Adamantina, Promissão, Lins, Bauru, Pederneiras, Jaú, Dois Córregos, dentre outros.

Elaborado por: [REDACTED] em 2022-11-29 19:06:19

Boletim do Tempo

Áreas de chuvas moderadas a fortes em vários pontos de Bauru

Os radares do IPMet/UNESP, localizado em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando um alinhamento de chuvas no estado de São Paulo, com intensidade fracas a fortes, algumas acompanhadas por trovoadas e descargas elétricas, principalmente na faixa central do estado.

As chuvas mais intensas estão nos municípios: Araçatuba, Penápolis, Lins, Guaiúba, Bariri, Bauru, Pederneiras e Brotas, dentre outros.

Elaborado por: [REDACTED] em 2022-11-29 20:15:50

Boletim do Tempo

Áreas de chuvas moderadas na região central do estado de São Paulo

Os radares do IPMet/UNESP, localizado em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando uma nuvem de chuvas no estado de São Paulo, com intensidade fracas a fortes, algumas acompanhadas por trovoadas e descargas elétricas, principalmente na faixa central do estado.

As chuvas mais intensas estão nos municípios: Penápolis, José Bonifácio, Cafézalândia e Bauru, dentre outros.

Elaborado por: [REDACTED] em 2022-11-29 22:05:59

Boletim do Tempo

Áreas de chuvas fracas moderadas concentram-se na região central do estado de São Paulo

Os radares do IPMet/UNESP, localizado em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas no estado de São Paulo, com intensidade fracas a moderadas.

Elaborado por: [REDACTED] em 2022-11-29 23:02:27

Boletim do Tempo

Áreas de chuvas fracas moderadas concentram-se na região central do estado de São Paulo

Os radares do IPMet/UNESP, localizado em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas no estado de São Paulo, com intensidade fracas a moderadas.

Elaborado por: [REDACTED] em 2022-11-29 23:48:50

Figura 27 - Publicações do Boletim do Tempo no dia 29/11/2022 em Bauru-SP. As menções ao município estão sublinhadas na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/UNESP.

A análise das imagens de radar (Figura 28) confirma o comportamento descrito nos boletins. Às 21:00Z, observam-se diversos núcleos convectivos no setor

noroeste do estado, avançando em direção à região central. Com o passar do tempo, entre 22:00Z e 22:30Z, verifica-se o aumento da intensidade desses núcleos e o seu alinhamento, o qual se desloca no sentido noroeste-sudeste.

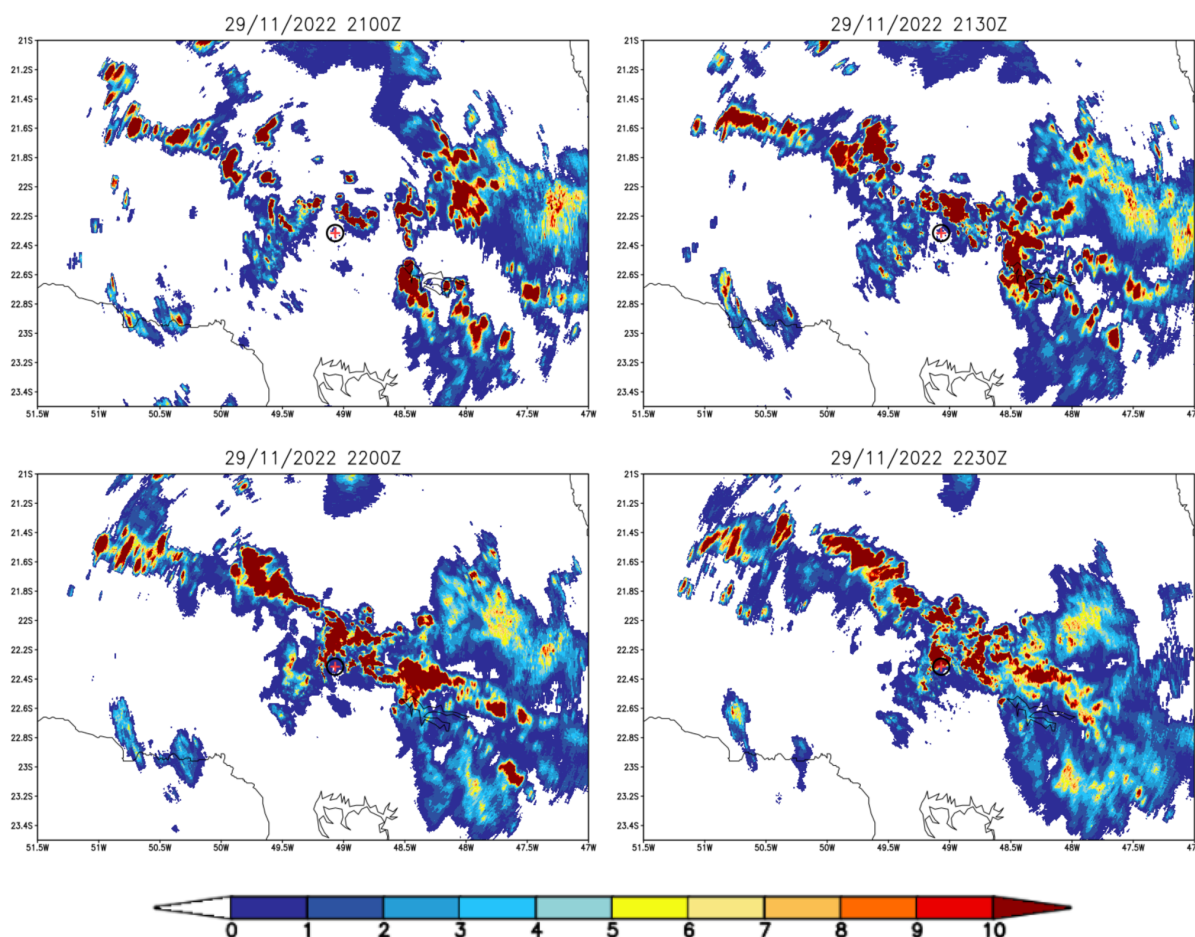


Figura 28 - Imagens dos radares de Bauri e Presidente Prudente para o dia 29/11/2022, destacando Bauri (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 21:00Z, 21:30Z, 22:00Z e 22:30Z. Fonte: Autoria própria.

Às 23:00Z, observa-se o pico de precipitação — o que representa chuvas de forte intensidade. No horário seguinte, às 23:30Z, nota-se o enfraquecimento gradual do sistema, apesar da refletividade ainda bem evidente (Figura 29).

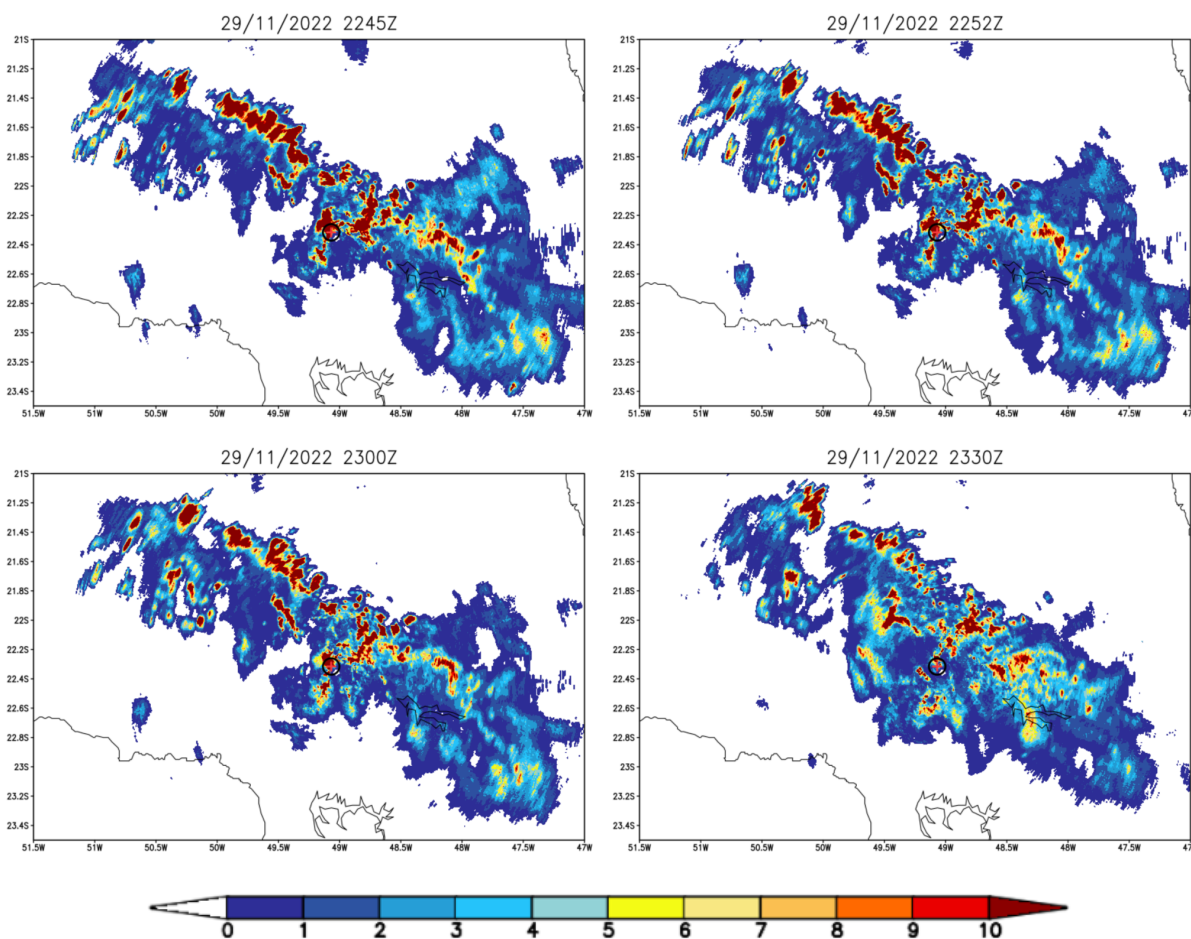


Figura 29 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 29/11/2022, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 22:45Z, 22:52Z, 23:00Z e 23:30Z. Fonte: Autoria própria.

Às 21:00Z, observa-se que ainda não há precipitação relevante sobre o município de Bauru. A refletividade que aparece está restrita ao setor sudeste da área analisada, sendo associados a pequenas células isoladas e ainda pouco organizadas. A atmosfera já apresentava sinais de instabilidade, mas sem qualquer estrutura convectiva diretamente associada ao município naquele horário.

Às 21:30Z, nota-se um aumento da atividade convectiva principalmente ao norte da área analisada, embora ainda afastada da zona urbana. Pequenos núcleos dispersos surgem também a oeste, mas sem organização significativa. A região central e sul do município permanece sem precipitação nesse momento.

A partir das 22:00Z, ocorre uma intensificação expressiva da convecção. Um grande aglomerado convectivo se desenvolve rapidamente ao norte e noroeste de Bauru, destacando-se a presença de um núcleo com refletividades muito elevadas, sugerindo forte desenvolvimento vertical e grande potencial para chuva

intensa. Nesse intervalo, já é possível observar estruturação de múltiplas células adjacentes, indicando um processo de crescimento organizado da precipitação.

Às 22:30Z, o núcleo convectivo atinge diretamente a porção central e norte de Bauru, com refletividades muito altas sobre bairros como Jardim TV e regiões próximas. Há indícios de uma estrutura convectiva robusta, com múltiplos núcleos intensos e precipitação generalizada em todo o quadrante norte do município. Esse é o momento de maior intensidade observada no evento.

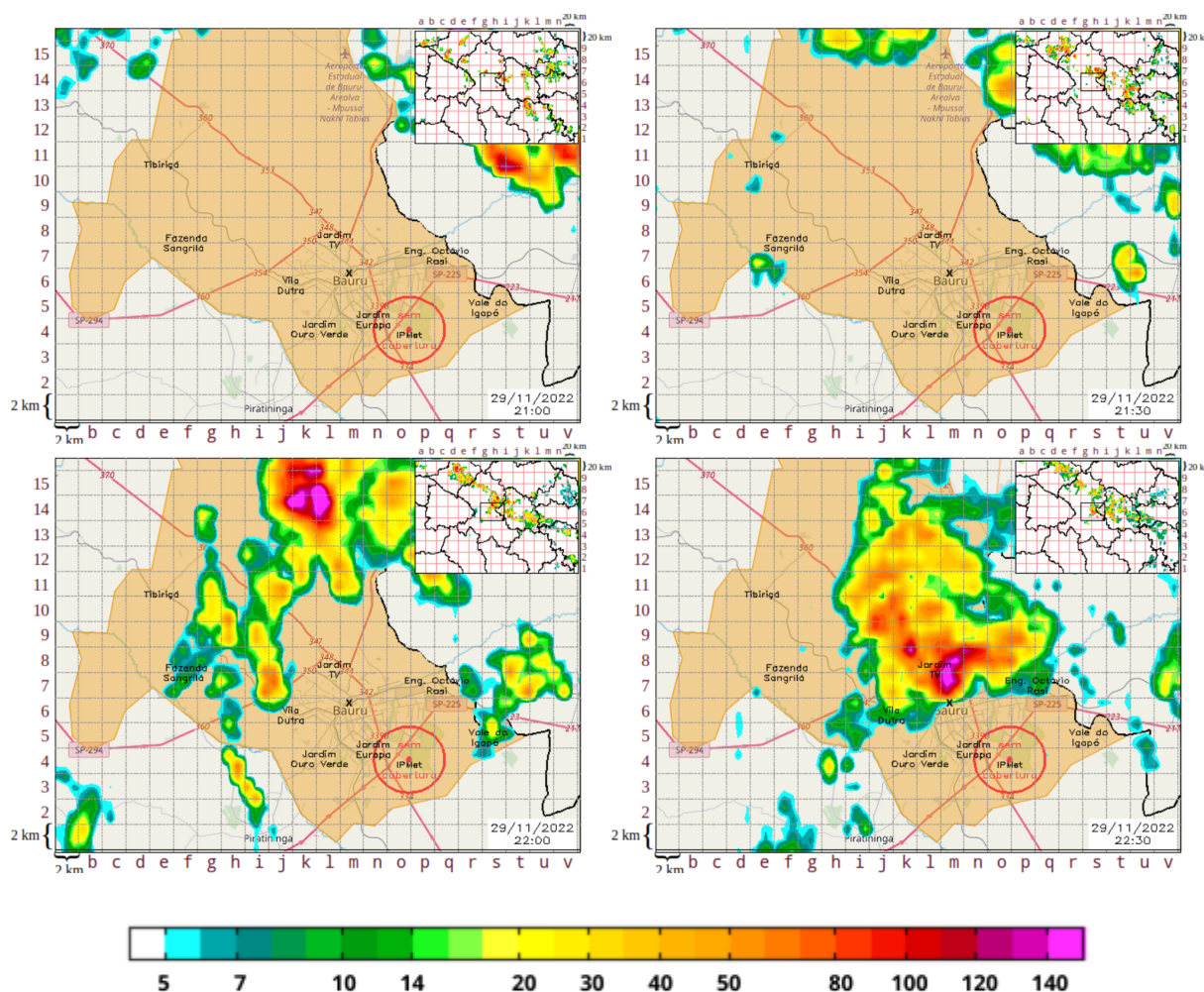


Figura 30 - Imagens do município de Bauru para o dia 29/11/2022, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 21:00Z, 21:30Z, 22:00Z e 22:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

Às 22:45Z, o núcleo convectivo atinge diretamente a porção central e norte de Bauru, com refletividades muito altas sobre bairros como Jardim TV e regiões próximas. Há indícios de uma estrutura convectiva robusta, com múltiplos

núcleos intensos e precipitação generalizada em todo o quadrante norte do município. Esse é o momento de maior intensidade observada no evento.

Às 22:52Z, o núcleo principal se desloca ligeiramente para sudeste, permanecendo sobre grande parte da área urbana. As refletividades diminuem gradualmente no quadrante oeste, indicando um início de dissipação local, mas mantendo precipitação moderada a forte sobre bairros do centro e parte do setor leste.

Na análise das 23:00Z, a convecção torna-se menos intensa, embora ainda existam áreas de chuva moderada distribuídas sobre o município. O núcleo mais forte desloca-se para sudeste, passando a atuar mais intensamente fora da região central.

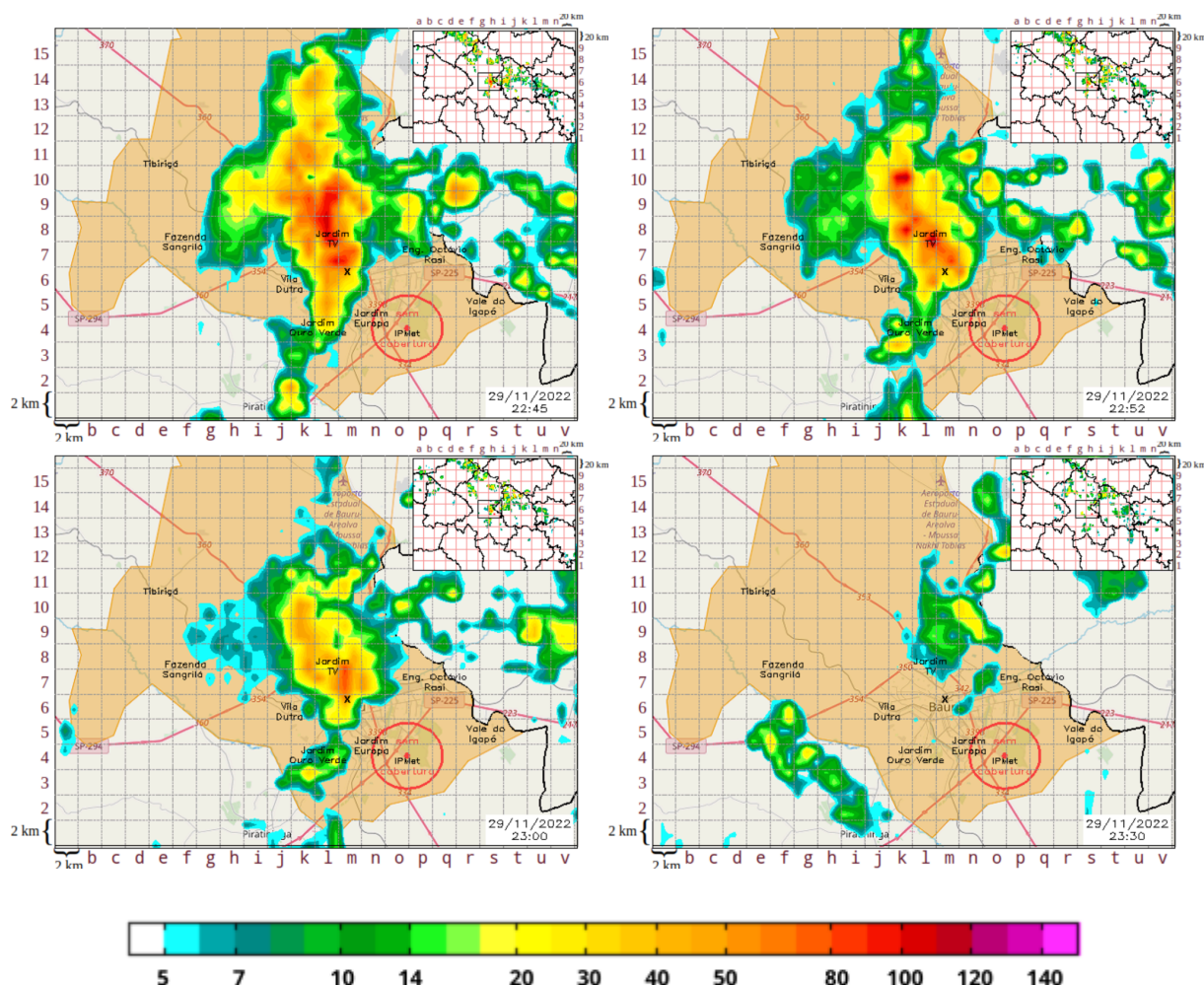


Figura 31 - Imagens do município de Bauru para o dia 29/11/2022, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 22:45Z, 22:52Z, 23:00Z e 23:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

A estrutura convectiva perde organização, com núcleos mais espaçados e refletividades mais baixas.

Finalmente, às 23:30Z, o sistema encontra-se em fase avançada de dissipação. Restam apenas pequenas áreas de precipitação fraca a moderada, principalmente a sudoeste e leste do município. A convecção intensa observada anteriormente já não está mais presente, evidenciando o fim do evento sobre Bauru.

A precipitação observada pela estação meteorológica foi de 27,6 mm, enquanto a estimada pelo radar foi de 40,0 mm.

Os alertas emitidos pelo IPMet evidenciaram a aproximação de chuva forte para o município de Bauru apenas na publicação das 22:06Z (19h06, horário local). No entanto, as imagens de radar que evidenciam o município, indicam que a chuva se aproximou por volta das 21:00Z, mas de fato entrou às 22:00Z, um pouco antes do alerta emitido. Como não houveram menções a Bauru no boletim publicado às 20:50Z (17h50, horário local), não se enquadrrou no critério dos 60 minutos de antecedência do início da precipitação.

Portanto, nota-se que o alerta para este evento não foi efetivo.

5.7 16 de janeiro de 2023

No dia 16 de janeiro de 2023, as atualizações dos boletins meteorológicos do IPMet (Figura 32), indicaram a intensificação de instabilidades sobre o estado de São Paulo. Às 19:03Z (16h03, horário local), foi noticiado que chuvas moderadas a fortes deslocavam-se em direção à região de Bauru. No boletim seguinte, às 20:16Z (17h16, horário local), foi mencionado a previsão de chuvas isoladas sobre o estado e destacados alguns municípios.

Às 22:14Z (19h14, horário local), a atualização trouxe mais uma vez que os núcleos convectivos estavam indo em direção a Bauru, porém a confirmação de chuva de fato só ocorreu na publicação das 01:03Z (22h03, horário local), indicando chuvas moderadas/fortes em outras localidades além de Bauru.

Boletim do Tempo**Chuvas moderadas a fortes em direção a região de Bauru**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas isoladas, fracas a fortes, em vários municípios do estado de São Paulo: Carapicuíba, Paulistânia, Aguaí, Presidente Bernardes, entre outros. Chove forte em áreas isoladas do leste do Mato Grosso do Sul.

Elaborado por: [REDACTED] em 2023-01-16 16:03:26

Boletim do Tempo**Previsão de chuvas isoladas sobre o estado de São Paulo.**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas isoladas, fracas a fortes, em vários municípios do estado de São Paulo: Carapicuíba, Paulistânia, Aguaí, Presidente Bernardes, entre outros. Chove forte em áreas isoladas do leste do Mato Grosso do Sul.

Elaborado por: [REDACTED] em 2023-01-16 17:16:14

Boletim do Tempo**Chuvas fortes em direção a Novo Horizonte, Torrinha, Santa Maria da Serra e Sebastianópolis do Sul**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas moderadas a fortes, acompanhadas por trovoadas, em vários municípios do estado de São Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2023-01-16 18:44:40

Boletim do Tempo**Chuvas moderadas/fortes em direção a Bauru, Anhembi e General Salgado**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas moderadas a fortes, acompanhadas por trovoadas, em vários municípios do estado de São Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2023-01-16 19:14:31

Boletim do Tempo**Chuvas moderadas/fortes em direção a Monte Aprazível e Tanabi**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas moderadas a fortes, acompanhadas por trovoadas, em vários municípios do estado de São Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2023-01-16 20:33:56

Boletim do Tempo**Chuvas moderadas/fortes nas regiões de Araçatuba, Jales, Josã Bonifácio, Bauru, Ourinhos e Botucatu**

Os radares do IPMet/UNESP, localizados em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas moderadas a fortes, acompanhadas por trovoadas, em vários municípios do estado de São Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2023-01-16 22:03:05

Figura 32 - Publicações do Boletim do Tempo no dia 16/01/2023 em Bauru-SP. As menções ao município estão sublinhadas na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/Unesp.

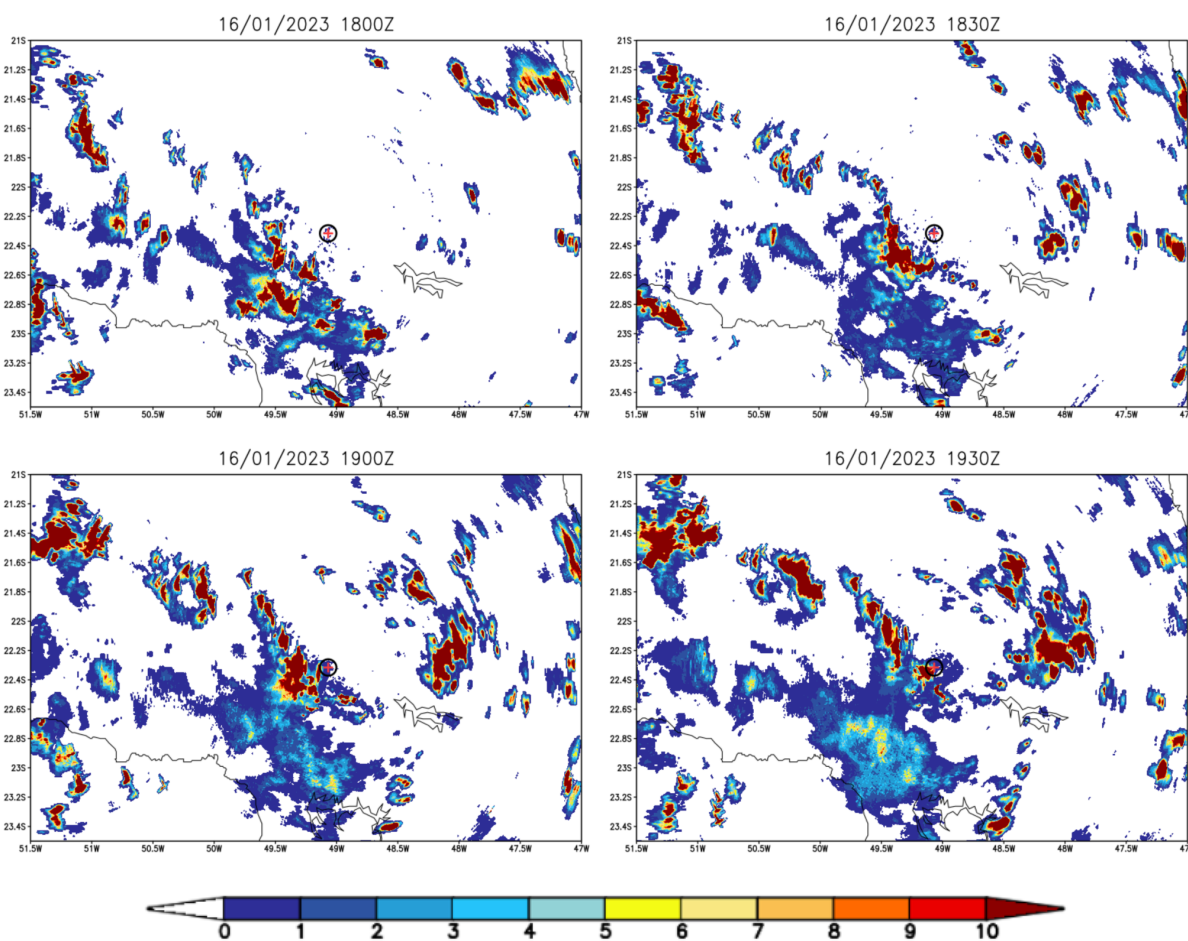


Figura 33 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 16/01/2023, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 18:00Z, 18:30Z, 19:00Z e 19:30Z. Fonte: Autoria própria.

As imagens de radar confirmam essa evolução (Figura 33). Às 18:00Z, observam-se núcleos de chuva a sudoeste de Bauru, aproximando-se do município nas varreduras das 18:30Z, 19:00Z e chegando finalmente a área urbana às 19:30Z. O momento de maior intensidade ocorre às 19:45Z (Figura 34), evidenciando a refletividade mais forte e o alinhamento bem organizado vindo de sudoeste.

Avançando no tempo, observa-se o enfraquecimento do sistema, com a diminuição da refletividade e a dispersão dos núcleos convectivos, principalmente na imagem das 20:30Z e 21:00Z.

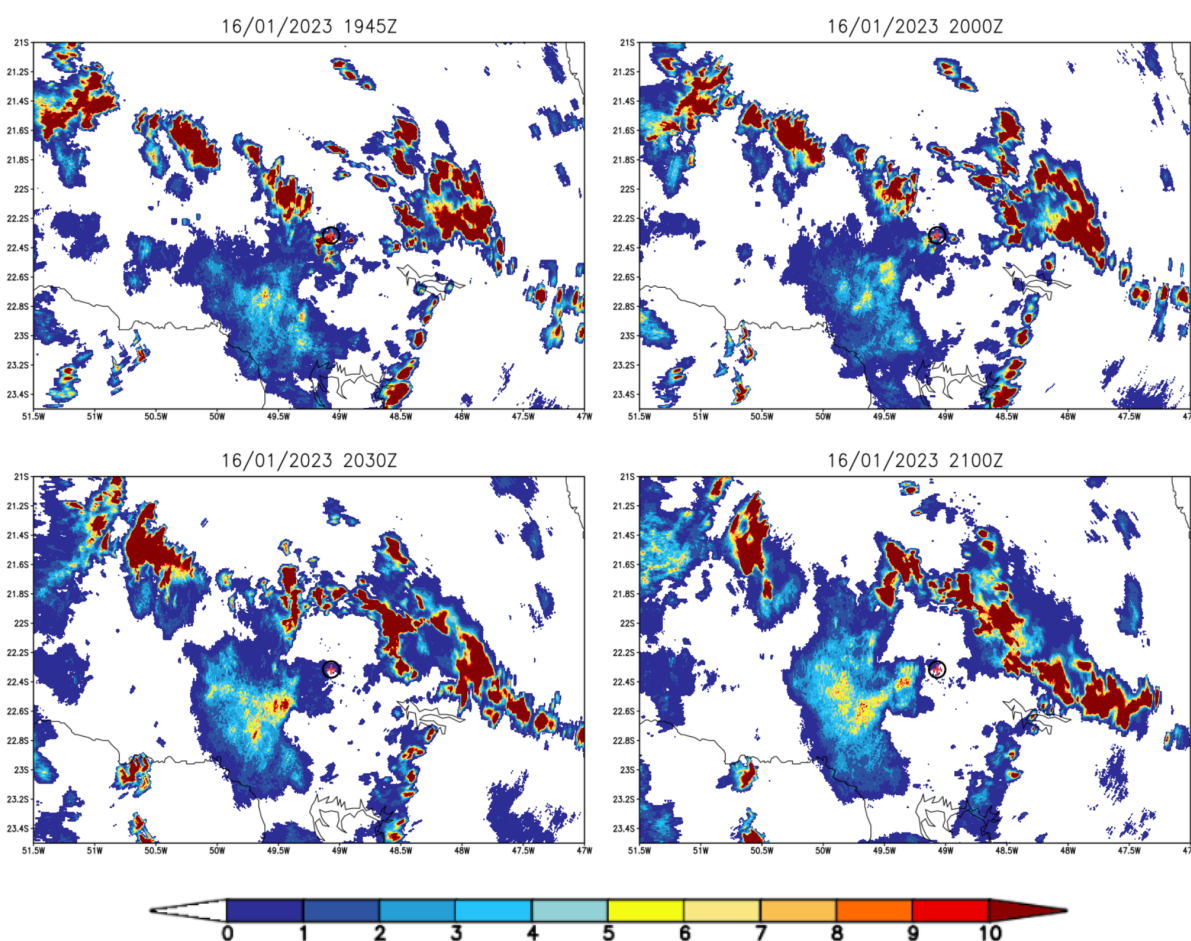


Figura 34 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 16/01/2023, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 19:45Z, 20:00Z, 20:30Z e 21:00Z. Fonte: Autoria própria.

No entanto, às 22:00Z, verifica-se a reorganização de um novo sistema que se desloca de nordeste para a região central do estado (Figura 35). A precipitação ocorreu às 22:30Z, reforçando os impactos da chuva que aconteceu no mesmo dia, um pouco mais cedo.

O sistema enfraquece na varredura das 23:30Z, mas ainda, sim, há evidência de chuva em quase todo o estado de São Paulo, principalmente no centro-oeste.

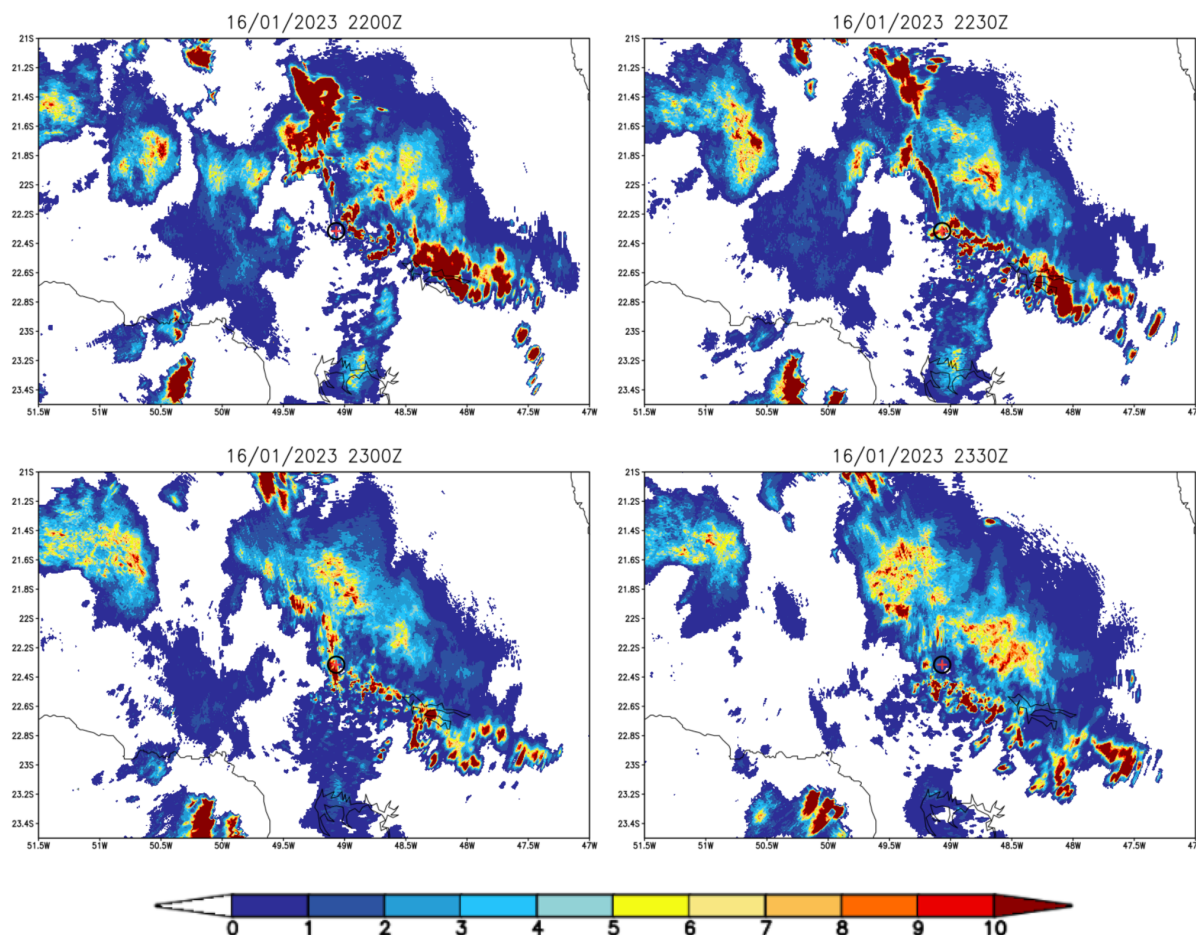


Figura 35 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 16/01/2023, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 22:00Z, 22:30Z, 23:00Z e 23:30Z. Fonte: Autoria própria.

Às 18:00Z, observa-se que não há precipitação sobre Bauru. Toda a área urbana encontra-se completamente sem indicativos de chuva, enquanto apenas pequenas células isoladas aparecem ao sul da área de análise, ainda com baixa intensidade e sem organização. O ambiente atmosférico se mostrava instável, porém sem qualquer desenvolvimento convectivo próximo do município.

Às 18:30Z, uma pequena célula surge no extremo sul da área mapeada, próxima ao limite com Piratininga. Trata-se de um núcleo pequeno, com refletividade baixa, ainda em fase inicial de desenvolvimento. Sobre a área urbana de Bauru não há precipitação, e o cenário é semelhante ao observado na imagem anterior.

A partir das 19:00Z, ocorre uma mudança importante no padrão atmosférico. Um conjunto de células convectivas intensas se forma rapidamente a oeste e sudoeste de Bauru, com núcleos bem desenvolvidos, apresentando refletividades altas e estruturação típica de células profundas. Esse aglomerado se organiza em uma faixa vertical que se estende de sudoeste para noroeste, aproximando-se progressivamente da área urbana. As refletividades mais elevadas, com tons de vermelho e roxo, indicam chuva forte e possibilidade de granizo nas regiões onde o desenvolvimento vertical é mais robusto.

Às 19:30Z, o sistema convectivo já atua plenamente sobre a parte central, sul e sudoeste de Bauru. Refletividades elevadas aparecem sobre Vila Dutra, Jardim Ouro Verde, parte do Geisel e região próxima ao Jardim Europa.

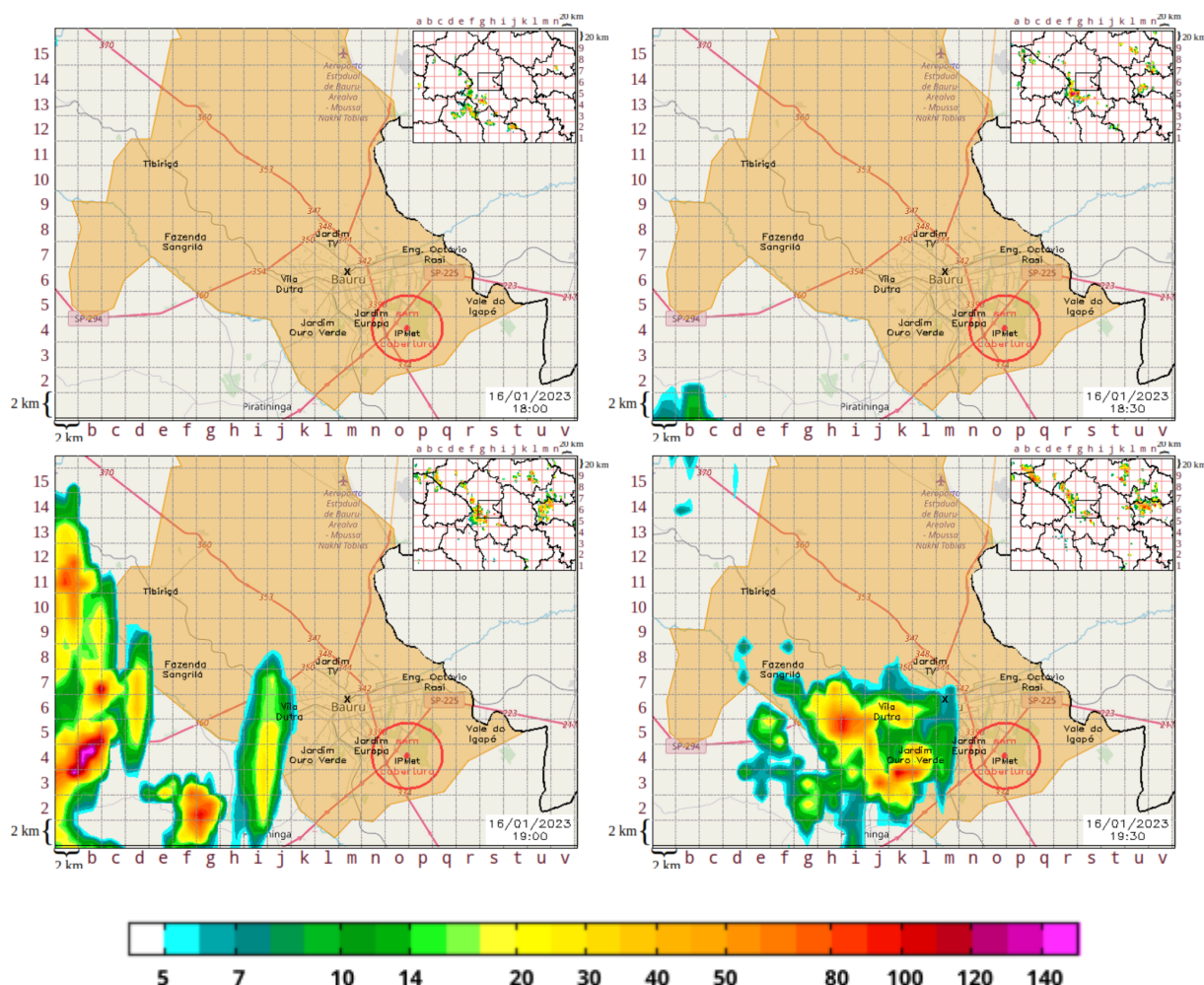


Figura 36 - Imagens do município de Bauru para o dia 16/01/2023, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 18:00Z, 18:30Z, 19:00Z e 19:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

A estrutura convectiva apresenta uma distribuição mais espalhada, mas ainda bem definida, com núcleos fortes embutidos em uma área mais ampla de precipitação moderada.

Às 19:45Z, o radar registrou a presença de células convectivas bem desenvolvidas sobre a região sul de Bauru, com refletividades moderadas a fortes principalmente nos bairros Jardim Ouro Verde, Vila Dutra e Jardim Europa. As áreas de maior intensidade indicavam precipitação significativa e atmosfera ainda favorável ao crescimento convectivo, com deslocamento predominante para nordeste.

Às 20:00Z, houve enfraquecimento considerável da precipitação sobre a área urbana, com redução das células mais intensas observadas anteriormente. Os ecos tornaram-se mais esparsos e de menor intensidade, concentrando-se principalmente na porção leste do município, indicando fase de dissipação parcial das estruturas convectivas que atuavam no horário anterior.

Às 20:30Z, observou-se praticamente ausência de precipitação significativa sobre Bauru, restando apenas pequenos núcleos isolados nas áreas oeste e sudoeste. Esse período marcou um intervalo de baixa atividade convectiva, sugerindo uma quebra temporária no ciclo de desenvolvimento das células atuantes ao longo da noite.

Às 21:00Z, alguns pequenos núcleos de precipitação fraca voltaram a surgir, porém, ainda de forma desorganizada e esparsa. A falta de estrutura vertical mais intensa indicava que se tratava apenas de chuva residual ou início de reorganização convectiva sem sinais imediatos de intensificação significativa.

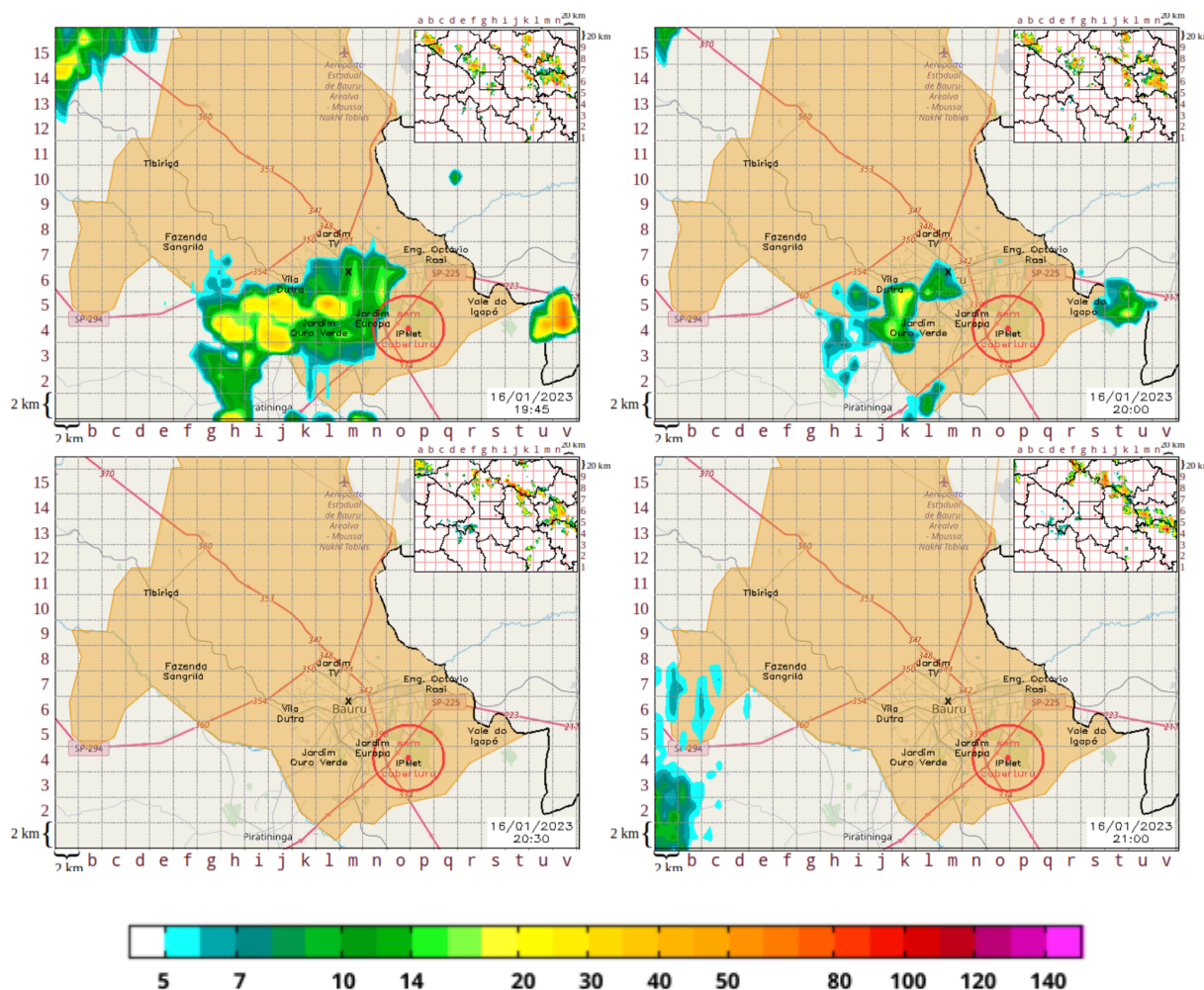


Figura 37 - Imagens do município de Bauru para o dia 16/01/2023, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 19:45Z, 20:00Z, 20:30Z e 21:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

Analisando a Figura 37, às 22:30Z, verificou-se aumento expressivo da precipitação sobre a faixa leste do município, com núcleos moderados avançando sobre áreas como Engenheiro Octávio Rasi, Jardim Europa e Vale do Igapó. Esse fortalecimento indicou reorganização convectiva, possivelmente influenciada por mecanismos locais de convergência ou por correntes descendentes de tempestades formadas anteriormente.

Às 23:00Z, ocorreu o momento de maior intensidade dessa segunda fase de precipitação, com uma banda convectiva mais organizada atravessando o município. Foram observadas refletividades moderadas a fortes sobre bairros como Vila Dutra, Jardim Ouro Verde e proximidades do IPMet, caracterizando chuva intensa e de abrangência maior em comparação aos horários anteriores.

Às 23:30Z, a precipitação entrou novamente em processo de dissipação, com redução clara da intensidade e fragmentação dos núcleos. Restaram apenas pequenos ecos isolados e de fraca intensidade, sinalizando o encerramento gradual do episódio convectivo mais significativo ocorrido ao longo da noite.

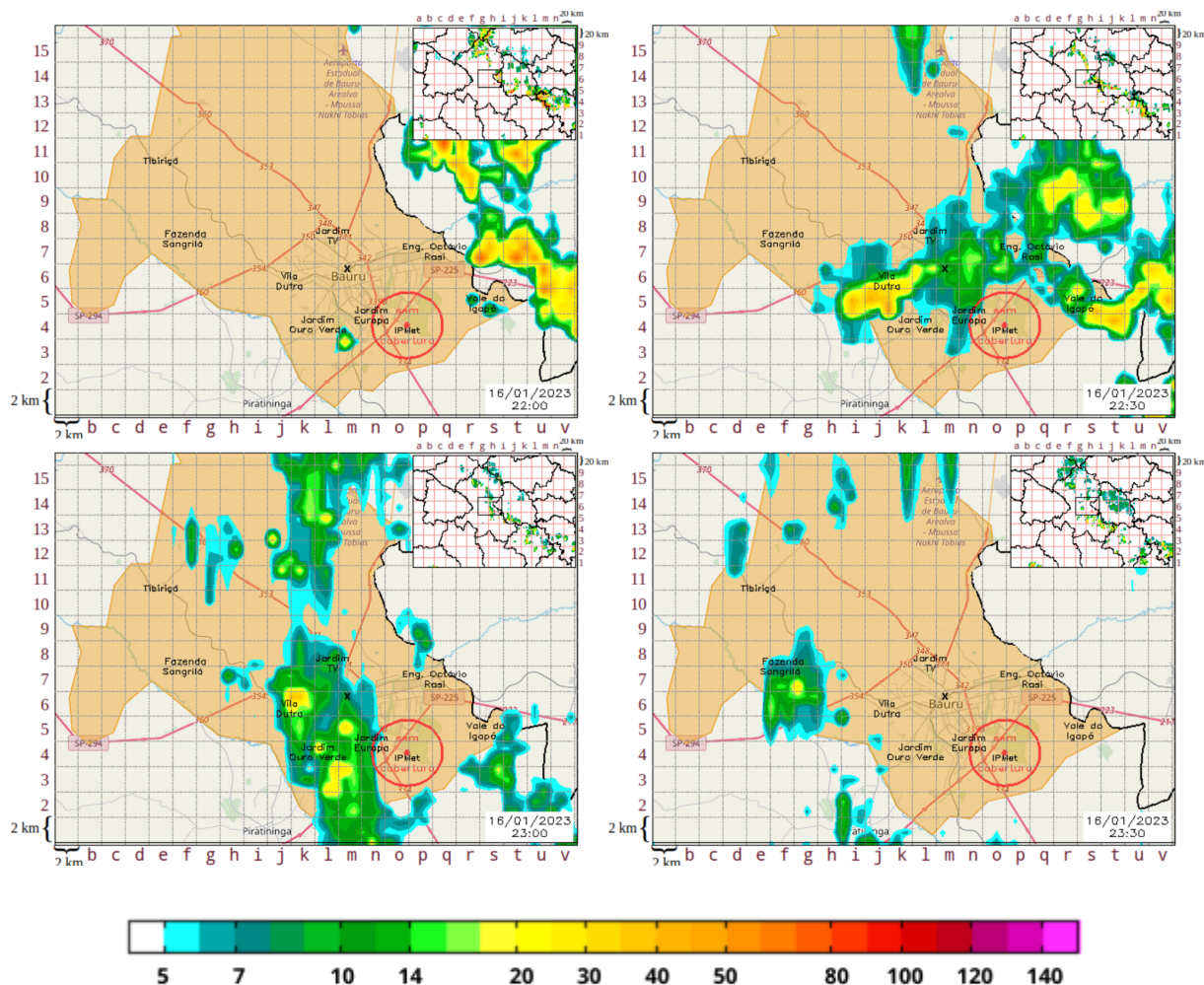


Figura 38 - Imagens do município de Bauru para o dia 16/01/2023, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 22:00Z, 22:30Z, 23:00Z e 23:30Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

Com base nas imagens de radar, foi possível destacar a estimativa de precipitação em 20,0 mm, sendo menor com o acumulado observado na estação de 27,6 mm.

Nota-se uma atualização constante na emissão dos alertas, informando a aproximação de chuvas moderadas e fortes no estado de São Paulo e também em Bauru. Portanto, a emissão dos alertas foi efetiva.

5.8 23 de dezembro de 2023

A precipitação que atingiu Bauru no dia 23 de dezembro de 2023 iniciou-se às 18:00Z (15h00, horário local), segundo as imagens de radar disponíveis no produto Chuva Diária no site do IPMet. Analisando o histórico do Boletim do Tempo (Figura 39), observa-se um alerta emitido às 17:46Z (14h36, horário local), indicando o avanço de chuvas fortes em diversos municípios paulistas, porém sem menção ao território bauruense.

O alerta seguinte foi emitido às 18:27Z (15h27, horário local) e este evidenciava a aproximação de chuva moderada/forte em direção a Bauru, destacando que o sistema era acompanhado por descargas elétricas.

As publicações subsequentes, emitidas às 19:05Z (16h05, horário local) e 21:06Z (18h06, horário local), já não mencionam mais a cidade de Bauru. No entanto, os alertas mantinham a condição de chuvas moderadas/fortes nas cidades da região.

Boletim do Tempo

Chuvas fortes em direção a Espírito Santo do Turvo, Paulistânia, Ubirajara, Pompéia, Marília, Tarabai, Pirapozinho, Tabapuã e José Bonifácio

Os radares meteorológico do IPMet/UNESP, localizado em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas moderadas a fortes acompanhadas por descargas elétricas, no estado de São Paulo. Também detectam chuvas moderadas a fortes no estado do Paraná, se deslocando em direção ao estado de São Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2023-12-23 14:36:51

Boletim do Tempo

Chuvas moderadas/fortes em direção a Itapuí, Jaú, Balbinos, Arealva e Itajobi

Os radares meteorológico do IPMet/UNESP, localizado em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas moderadas a fortes acompanhadas por descargas elétricas, no estado de São Paulo. Também detectam chuvas moderadas a fortes no estado do Paraná, se deslocando em direção ao estado de São Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2023-12-23 16:05:24

Boletim do Tempo

Chuvas moderadas/fortes em direção a Bauru, Pederneiras, Avaí e Gália

Os radares meteorológico do IPMet/UNESP, localizado em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas moderadas a fortes acompanhadas por descargas elétricas, no estado de São Paulo. Também detectam chuvas moderadas a fortes no estado do Paraná, se deslocando em direção ao estado de São Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2023-12-23 15:27:18

Boletim do Tempo

Chuvas moderadas/fortes nas regiões de Araraquara, São Carlos, Rio Claro, Palestina, Colômbia, Castilho, Dracena e Teodoro Sampaio

Os radares meteorológico do IPMet/UNESP, localizado em Bauru e Presidente Prudente, estão detectando áreas de chuvas moderadas a fortes, acompanhadas por descargas elétricas, no estado de São Paulo.

Elaborado por: [REDACTED] em 2023-12-23 18:06:32

Figura 39 - Publicações do Boletim do Tempo no dia 23/12/2023 em Bauru-SP. As menções ao município estão sublinhados na cor vermelha, assim como o horário. Fonte: IPMet/Unesp.

A Figura 40, mostra o deslocamento do alinhamento convectivo vindo de sudoeste, com os primeiros vestígios de chuva às 18:00Z (15h00). O quadro seguinte, indica varredura das 18:30Z (15h30), onde se observa a aproximação de um núcleo consideravelmente pequeno se comparado aos outros que são visíveis sobre o estado. 7 minutos depois, às 18:37Z (15h37), esse núcleo já se encontra sobre a área urbana, sendo também o momento de maior intensidade do sistema.

Às 19:00Z (16h00), o alinhamento presente na varredura anterior se afasta do município, porém a refletividade ainda é presente em quase todo sudoeste do estado.

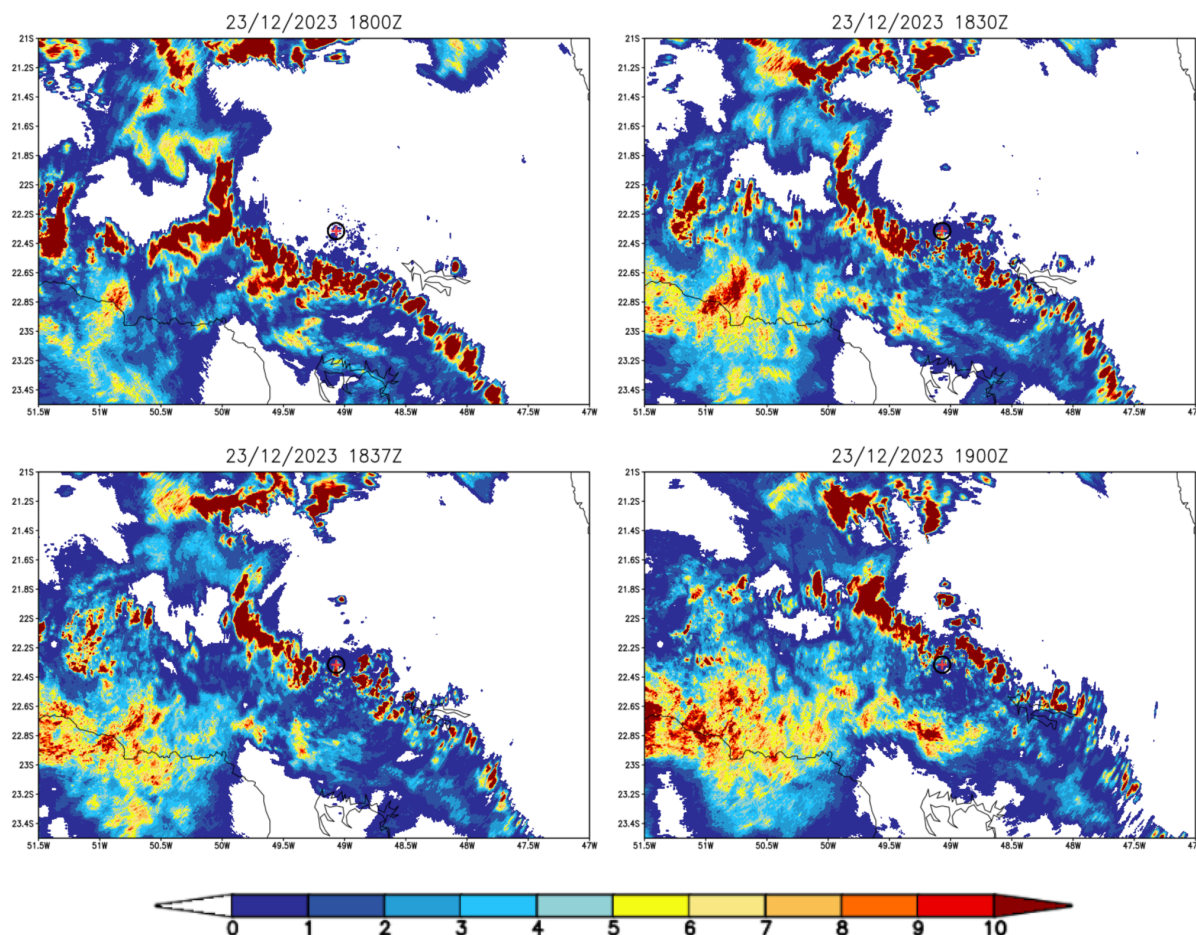


Figura 40 - Imagens dos radares de Bauru e Presidente Prudente para o dia 23/12/2023, destacando Bauru (círculo preto com a cruz vermelha no centro) nos horários das 18:00Z, 18:30Z, 18:37Z e 19:00Z. Fonte: Autoria própria.

Às 18:00Z, não havia precipitação significativa atuando diretamente sobre o município de Bauru. O radar mostrava apenas pequenos ecos isolados ao sul e sudoeste, ainda fracos e sem organização, indicando um ambiente atmosférico com umidade disponível, porém sem desenvolvimento convectivo relevante naquele momento.

Às 18:30Z, células convectivas de fraca a moderada intensidade passaram a se formar mais próximas da área urbana, especialmente ao sul, próximo de Piratininga. A partir desse horário, iniciou-se um processo de organização de núcleos convectivos, embora ainda apresentassem baixa refletividade na maior parte do setor leste e central da região.

Às 18:37Z, observou-se intensificação expressiva da atividade convectiva ao sudoeste de Bauru, com o surgimento de células mais desenvolvidas e refletividades elevadas, indicando chuva moderada a forte na região de Fazenda Sangria e áreas adjacentes. Além disso, núcleos também se formaram sobre bairros da região sul de Bauru, como Jardim Europa e Jardim Ouro Verde, marcando o início de um período de precipitação mais significativa sobre o município.

Às 19:00Z, a precipitação se expandiu consideravelmente sobre toda a área urbana e arredores, com células convectivas reorganizadas e refletividades moderadas a fortes atingindo bairros como Tibirigá, Vila Dutra, Jardim Ouro Verde, Jardim Europa e parte do centro expandido.

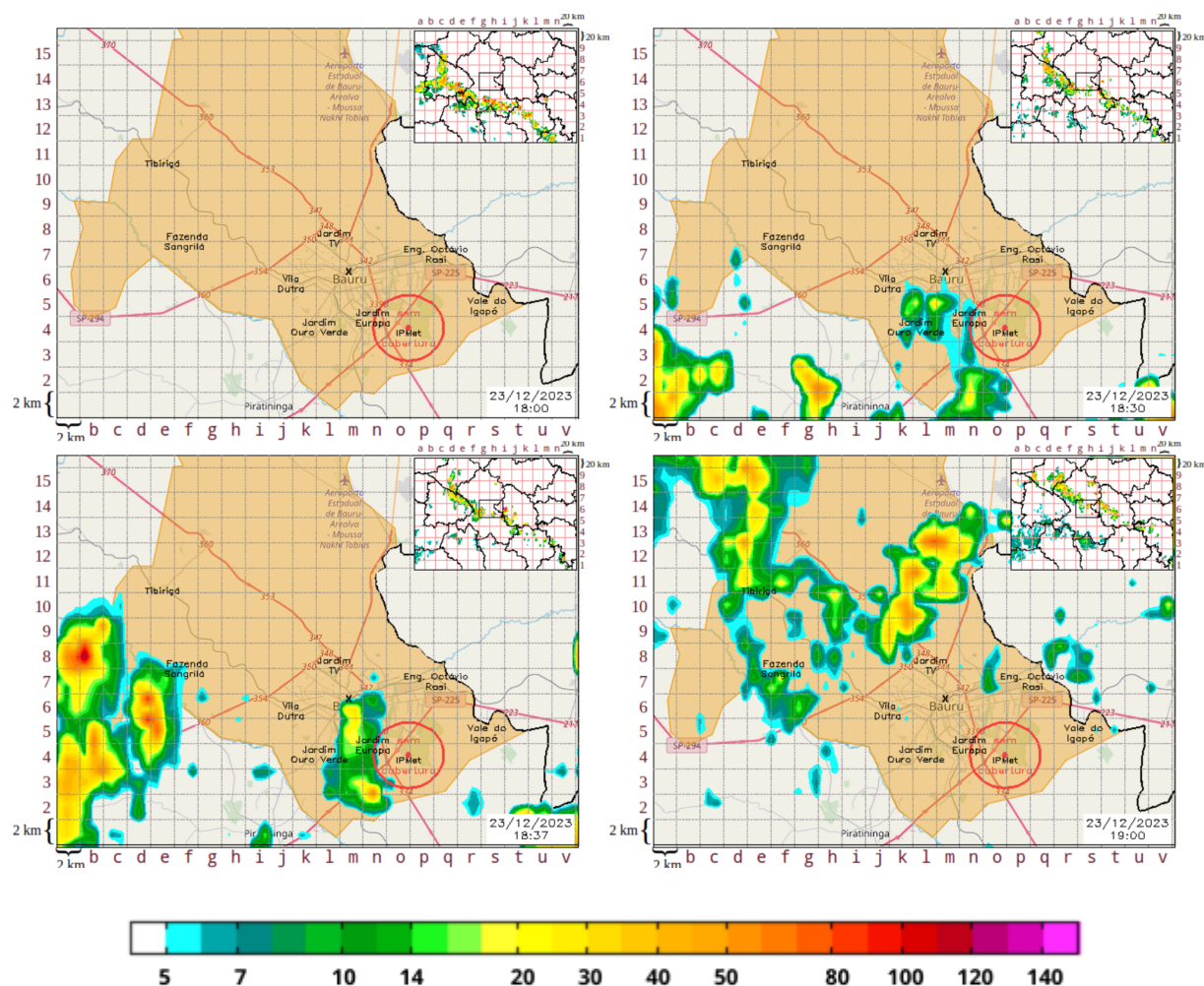


Figura 41 - Imagens do município de Bauru para o dia 23/12/2023, destacando o radar do IPMet (círculo vermelho) e o Cruzamento da Avenida Nações Unidas com a linha férrea ("X" no centro) nos horários das 18:00Z, 18:30Z, 18:37Z e 19:00Z. A escala está em mm/h. Fonte: Autoria própria.

A estrutura das células tornou-se mais fragmentada, porém abrangente, caracterizando um evento convectivo bem distribuído espacialmente e com potencial para ocasionar chuva intensa em diferentes pontos da cidade.

A precipitação observada pela estação meteorológica do IPMet foi de 26,0 mm, enquanto a estimada pelo radar foi de 20,0 mm. O boletim emitido aproximadamente 1 hora antes do início do evento não evidenciava a aproximação de chuva e o seguinte às 18:00Z (15h27, horário local) apesar de destacar Bauru, foi publicado após o início do evento.

Portanto, o alerta, neste caso, não foi efetivo

5.9 PLUVIÔMETRO x ESTIMATIVA DO RADAR

A Tabela 2 apresenta de forma organizada, as observações de chuva obtidas pela estação meteorológica automática do IPMet e pelas estimativas obtidas através das refletividades dos radares de Bauru e Presidente Prudente, considerando os horários de início e término das ocorrências, se houve ou não a emissão dos alertas e se o alerta foi efetivo (seguindo o critério apresentado na metodologia).

Observa-se que quase todos os eventos, ocorrem entre novembro e março, correspondendo ao período atuante das estações de primavera e verão no hemisfério sul. Essa concentração está associada à estação chuvosa, marcada por temperaturas elevadas, umidade alta e ocorrência das chuvas convectivas, conhecida popularmente como “chuvas de verão”. As chuvas de verão apresentam características compatíveis com as observadas neste trabalho, como a variabilidade da intensidade e a curta duração do evento.

Tabela 2 - Precipitação observada da estação meteorológica do IPMet e Estimativa dos Radares.
Fonte: Autor.

Data	Horário do Início da Precipitação (local)	Horário do Término da Precipitação (local)	Quantidade de Precipitação observada pela estação do IPMet (mm)	Quantidade de Precipitação estimada pelo radar (mm)	Alerta	Efetividade do alerta
19/12/2019 (20191219)	15h20	17h00	53,1	40	Sim	Não
18/03/2021 (20210318)	10h00	12h00	52,8	50	Sim	Não
26/11/2021 (20211126)	14h00	16h00	53,8	45	Sim	Não
17/12/2021 (20211217)	15h30	17h00	4,3	30	Sim	Não
30/12/2021 (20211229)	15h30	17h00	26,6	25	Sim	Não
29/11/2022 (20221129)	18h00	20h00	27,6	40	Sim	Não
16/01/2023 (20230116)	18h30	20h30	27,6	20	Sim	Sim
23/12/2023 (20231223)	15h00	16h00	26	20	Sim	Não

Em relação ao horário das precipitações, nota-se predominância de eventos no período da tarde, entre 14h00 e 17h00, reforçando a característica da chuva convectiva, originadas pelo aquecimento diurno e pela instabilidade atmosférica típica da estação.

No entanto, existem algumas exceções, como o evento de 18 de março de 2021, que ocorreu no período da manhã, e o registrado em 16 de janeiro de 2023, que aconteceu no início da noite.

6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Este trabalho analisou os alertas meteorológicos emitidos pelo IPMet que antecederam os episódios de alagamento registrados na Avenida Nações Unidas, no município de Bauru, entre os anos de 2019 e 2023. A partir do levantamento e tratamento das informações disponíveis, verificou-se que o sistema de emissão de alertas, realizado por meio do Boletim do Tempo, apresenta um tempo de resposta insatisfatório, apesar das atualizações seguirem o padrão previsto — publicadas a cada hora — com possibilidade de maior frequência quando a evolução da situação meteorológica assim o exige. Das oito datas analisadas, apenas uma apresentou efetividade na emissão dos alertas, com a publicação dos boletins ocorrendo em tempo hábil (utilizando o critério dos 60 minutos, considerados o tempo necessário para avisar a população e tomada das decisões de prevenção) antes do início dos eventos.

Constatou-se, que a precipitação obtida a partir da estação meteorológica corresponde, de maneira muito próxima ou um pouco abaixo, aos valores estimados pelas imagens de radar. Essa compatibilidade aumenta significativamente a confiabilidade das previsões, fortalecendo o processo preventivo dos órgãos responsáveis pela mitigação de riscos.

A comparação entre os oito eventos selecionados evidenciou que a maioria das ocorrências se concentrou entre os meses de novembro e março, período caracterizado como estação chuvosa. Observou-se também que grande parte dos episódios ocorreram no início da tarde e noite, com exceção de 18 de março de 2021, onde a precipitação observado aconteceu no período matutino. Esse

padrão reforça a influência das chuvas convectivas — típicas da estação de verão — desencadeadas pelo aquecimento diurno e pela instabilidade atmosférica.

Portanto, destaca-se a importância de que, em trabalhos futuros, seja realizado um registro mais estruturado dos episódios de alagamento da cidade, de forma que as informações possam ser consultadas e comparadas com maior facilidade. A criação desse histórico, integrando o IPMet, a Prefeitura de Bauru e a Empresa Municipal de Desenvolvimento Urbano e Rural de Bauru - EMDURB, contribuiria para compreender melhor a relação entre a chuva observada e os impactos vivenciados na cidade. Assim, além de reforçar as medidas preventivas, tal monitoramento permitirá uma atuação governamental cada vez mais efetiva, baseado em evidências e experiências acumuladas ao longo do tempo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOMES, A. M.; HELD, G.; NERY, J.; LEAL, D. C. Análise de Tempestade Potencialmente Severa Utilizando Dados de Radar Meteorológicos. Revista Geonorte, [S. l.], ano 2012, v. 1, n. 2, p. 855-866, 16 jan. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236611163_ANALISE_DE_TEMPESTADE_SEVERA_UTILIZANDO_DADOS_DE_RADAR_METEOROLOGICO . Acesso em: 20 ago. 2025.

DIXON, M.; WIENER, G. TITAN: Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis, and Nowcasting—A Radar-based Methodology. Journal Of Atmospheric and Oceanic Technology, [S. l.], ano 1993, v. 10, n. 6, p. 855-866, 1 dez. 1993. DOI [https://doi.org/10.1175/1520-0426\(1993\)010%3C0785:TTITAA%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0426(1993)010%3C0785:TTITAA%3E2.0.CO;2). Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/atot/10/6/1520-0426_1993_010_0785_ttita_a_2_0_co_2.xml . Acesso em: 3 set. 2025.

RINEHART, Ronald. Radar for Meteorologists. 5. ed. [S. l.]: Rinehart Publications, 2010. 482 p. ISBN 9780965800235.

GHIRARDELLO, Nilson. Bauru em Temas Urbanos. 1. ed. [S. l.]: ANAP, 2020. 353 p. ISBN 978-65-86753-04-2. Disponível em: <https://www.estantedaanap.org/product-page/bauru-em-temas-urbanos> . Acesso em: 22 out. 2025.

FORTE Chuva deixa Avenida Nações Unidas alagada em Bauru nesta quinta-feira, 18. Jornal Negócio de Ourinhos, 18 mar. 2021. Disponível em: <https://negocio.com.br/cotidiano/forte-chuva-deixa-avenida-nacoes-unidas-alagada-em-bauru-nesta-quinta-feira-18/> . Acesso em: 10 out. 2025.

MORAES, Tisa; TONELLI, Marcele. O ano acaba, mas o problema não... [S. l.], 20 dez. 2019. Disponível em: <https://sampi.net.br/bauru/noticias/2143724/bauru-e-regiao/2019/12/o-ano-acaba--mas-o-problema-nao> . Acesso em: 14 nov. 2025.

TEMPORAL provoca alagamentos e desabamento de imóvel em Bauru. G1 Bauru e Marília, 17 dez. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2021/12/17/temporal-provoca-alagamentos-e-desabamento-de-predio-em-bauru.ghtml> . Acesso em: 19 nov. 2025.

FREITAS, Bruno. Chuva em Bauru causa alagamentos e estragos; moradores pedem ajuda. G1 Bauru e Marília, 1 dez. 2022. Disponível em: <https://sampi.net.br/bauru/noticias/2671840/geral/2022/12/chuva-em-bauru-causa-alagamentos-e-estragos-moradores-pedem-ajuda> . Acesso em: 20 nov. 2025.