



31º Congresso da ABES

Congresso Brasileiro de
Engenharia Sanitária
e Ambiental

17 a 20 de outubro 2021
Curitiba/PR | Evento presencial e online

85
ABES ANOS

IV - 1800

DESEMPENHO OPERACIONAL DA TÉCNICA DE SEMEADURA DE NUVENS COM ÁGUA POTÁVEL VISANDO A INDUÇÃO DE CHUVAS LOCALIZADAS NAS PRINCIPAIS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA INTEGRADO DE CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA.

Geóloga, MSc. Ana Carolina Pires Moreira

SANEPAR - GPIN

Introdução



- Escassez hídrica: anomalias negativas de precipitação pluviométrica / baixos volumes de água disponíveis nos mananciais;
 - Decretos Estaduais (nº 4.626/2020, nº 6.068/2020, nº 7.554/2021, nº 8.299/2021);
 - Sumários Climáticos: sinal climático desfavorável para ocorrência de chuvas acima da média no Estado do Paraná.
-
- SAIC:
 - ✓ Produção de ~40% da água consumida no Estado do Paraná;
 - ✓ Demanda máxima diária: ~9.500 L/s – 3,8 milhões habitantes – 11 municípios;
 - ✓ Sistemas produtores: Iguaçu, Iraí, Passaúna e Miringuava + pequeno porte + mananciais subterrâneos;
 - ✓ 2020: atingiu volumes inferiores a 28% da capacidade total.



Introdução



- Busca por estratégias inovadoras: incremento de volume de água nas áreas de mananciais;
- Medidas emergenciais:
 - ✓ Rodízios no abastecimento;
 - ✓ Manejo de comportas das barragens;
 - ✓ Ativação de novas captações (ex.: Pedreiras Orleans – Sistema Passaúna);
 - ✓ Antecipação de obras estruturantes (ex.: transposição rio Capivari – Sistema Iraí);
 - ✓ Campanhas de sensibilização para o uso racional da água;
 - ✓ Parcerias para conscientização da população quanto a redução do consumo de água.



RODÍZIO DE ABASTECIMENTO EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

Atenção

Em Agosto a Sanepar retornou ao modelo de rodízio anterior para o fornecimento de água em Curitiba e Região Metropolitana. O período de abastecimento será reduzido para 36 horas, com suspensão de até 36 horas. Ou seja, um dia e meio com água e até um dia e meio sem água. A medida será implementada em função da falta de chuvas, que compromete o nível das barragens.

- [Clique aqui para mais informações](#)
- [Clique aqui para ver dicas de Economia](#)

Consulte aqui, de forma interativa, se o seu imóvel está em área prevista para rodízio.

| | |
|---|---|
| 1 MAPA COM CONSULTA POR RUA | 2 MAPA POR REGIÃO AFETADA |
| <small>Digite seu endereço completo no quadro abaixo. Aparecerá informação sobre os dias do rodízio, e a localização, no mapa, da região afetada.</small> | <small>Clique acima e veja as regiões que estão no rodízio no dia de hoje, e a programação para os próximos dias, diferenciada por cores.</small> |
| 3 TABELA COM DADOS POR ÁREA, CIDADE E BAIRRO | |
| <small>Clique acima e veja na tabela informações de início e fim do rodízio por cidade, bairro e área de atendimento.</small> | |

Semeadura de nuvens para indução de chuvas localizadas



- Aglutinantes:
 - Iodeto de Prata;
 - Cloreto de Sódio;
 - Dióxido de Carbono.
- Impactos ao meio ambiente - contaminação: ar, solo, água (LADEIRA *et al.*, 2002; DINIZ *et al.*, 2009).
- Incorporação às cadeias tróficas (SEGURA-MUÑOZ, 2002).
- Água Potável
 - Consiste no uso de água em gotículas de tamanho controlado, lançadas em regime de turbulência no interior dessas nuvens, promovendo seu crescimento vertical e gerando precipitação após cerca de 15 a 40 minutos de semeadura.
 - Processo físico que envolve princípios de termodinâmica e transferência de calor;
 - Acelera o processo natural de desenvolvimento das nuvens convectivas do tipo *Cumulus*;
 - Gotículas ganham volume por colisão e coalescência – carregadas por correntes ascendentes;(IMAI *et al.*, 2001; FURUKAWA, IHA e IMAI, 2008).

- Técnica utilizada:
 - Outras Cias. de Saneamento;
 - Setores agrícolas;
 - Unidades de Conservação – incêndios florestais.
- Assunto controverso – modificação do clima;
- Emergência hídrica: estratégias para mitigação do problema;
- Gestão de oportunidade / otimização do ciclo hidrológico;
- Avaliação do desempenho operacional – microclima da RMC.

Materiais e Métodos



- Acompanhamento operacional dos serviços aéreos especializados:
 - Dezembro/2020 - Maio/2021;
 - Hangar - Aeroporto Bacacheri;
 - Voos diurnos - CINDACTA 2.
- Monitoramento climático – identificação de nuvens promissoras para sementeira:
 - Análise e monitoramento das condições meteorológicas: fontes aeronáuticas/ modelos de previsão climática / estação meteorológica dedicada;
 - Monitoramento das formações de nuvens.



Fonte: MODCLIMA, 2020.



Fonte: MODCLIMA, 2020.

Materiais e Métodos

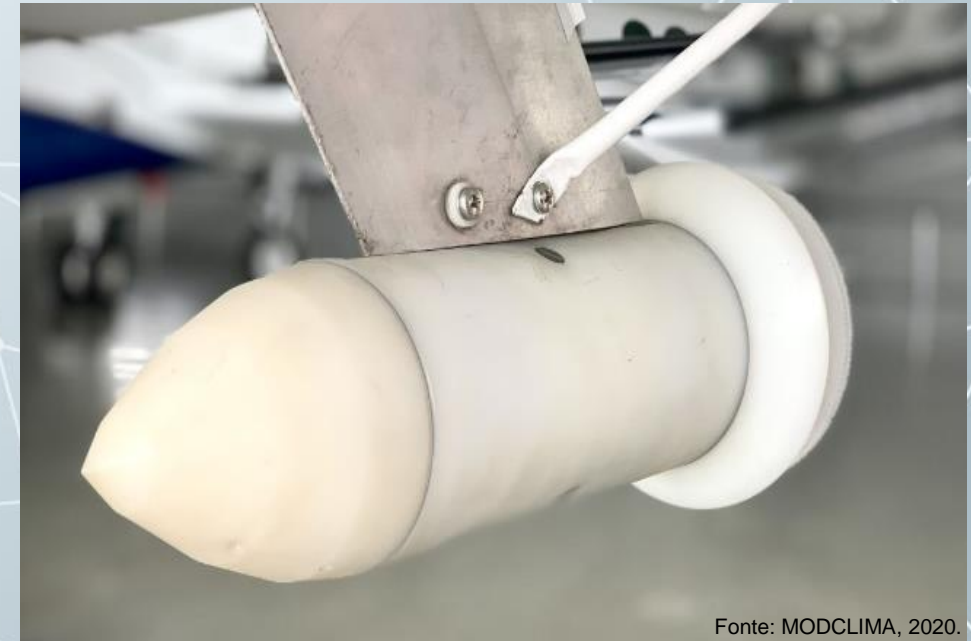
- Voos para sementeira de nuvens com água potável:
 - Identificação de nuvens;
 - Avaliação das condições climáticas, de segurança e aero navegabilidade;
 - Autorização e controle do voo pelo Controle de Tráfego Aéreo.
- Registros:
 - Trajetória;
 - Fotos e vídeos;
 - Condições atmosféricas.



Fonte: MODCLIMA, 2020.



Fonte: MODCLIMA, 2020.



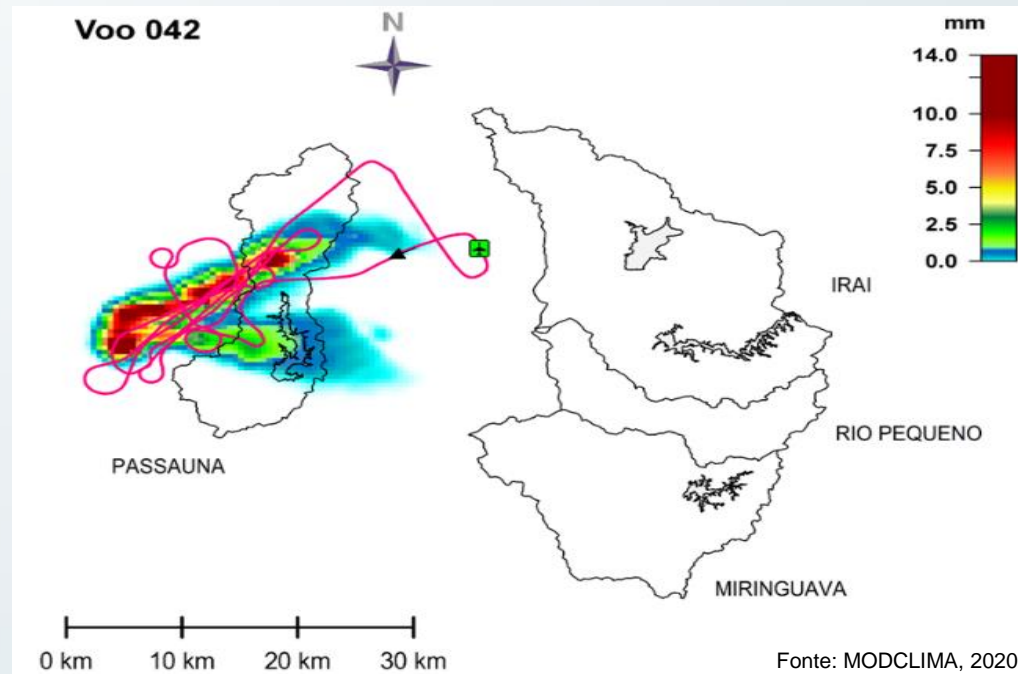
Fonte: MODCLIMA, 2020.



Materiais e Métodos



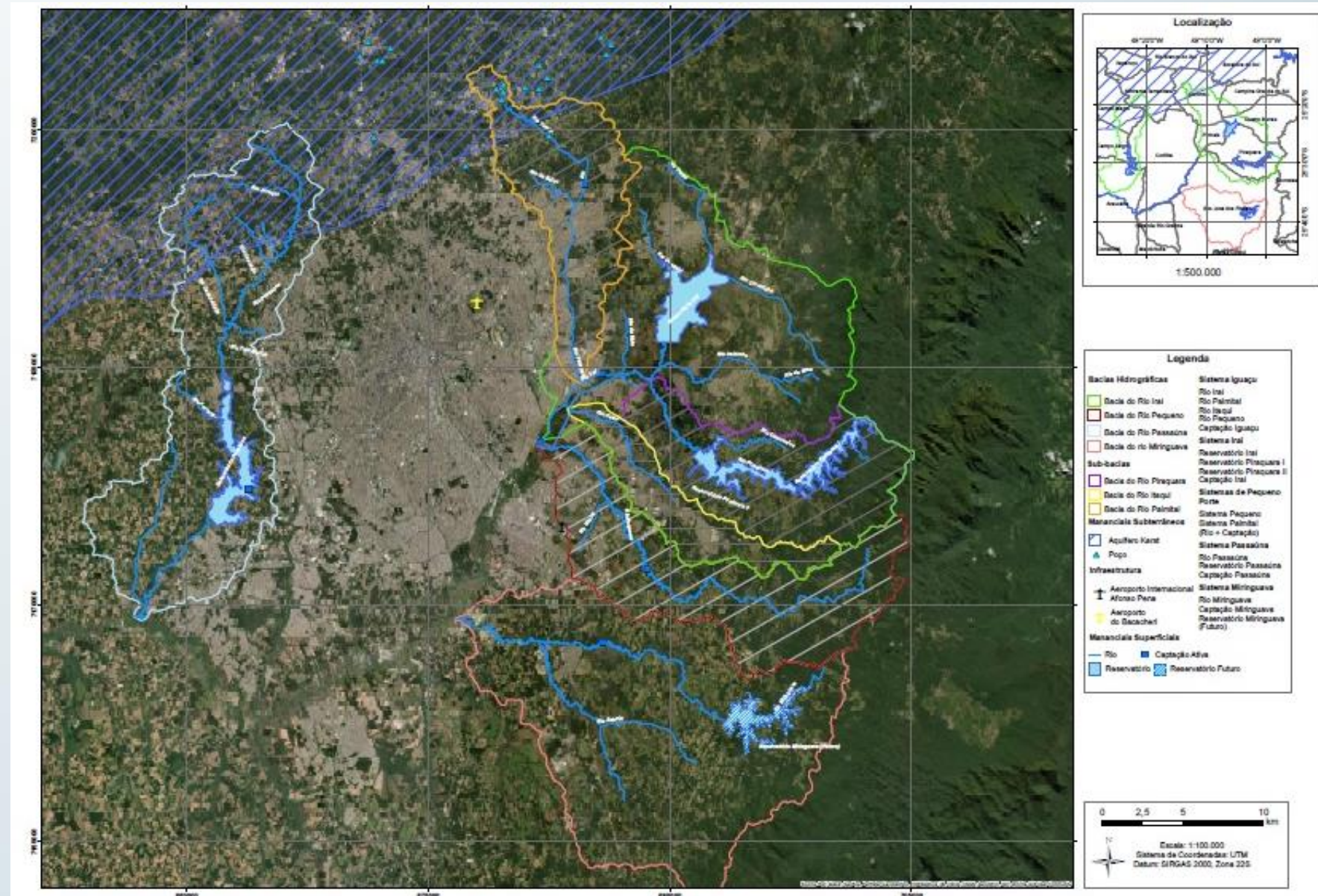
- Quantificação das chuvas associadas com as semeaduras:
 - Correlação: trajeto, horário e área semeada x satélite / radar meteorológico;
 - Aferição: pluviômetros;
 - Contabilização das chuvas.



Materiais e Métodos

Bacias do SAIC – utilizadas no projeto:

- Sistemas Iraí, Iguazu, Passaúna e Miringuava;
- Reservatórios Piraquara I, Piraquara II, Iraí, Passaúna e Miringuava .

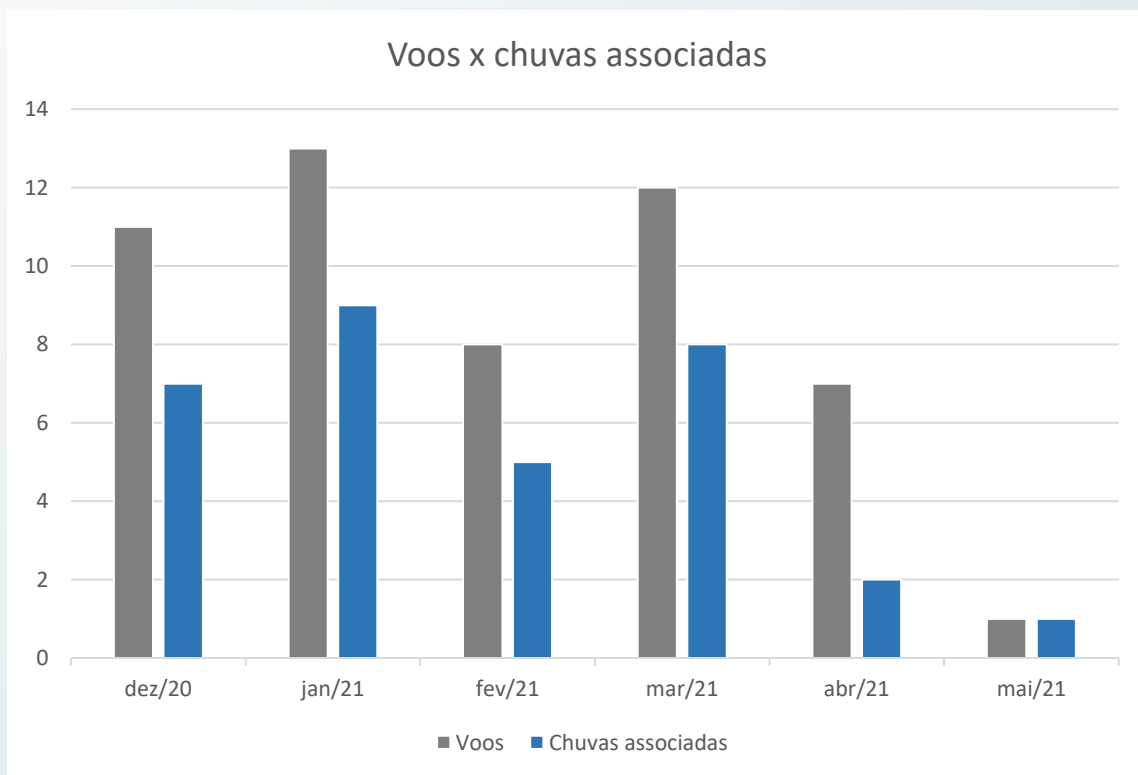


Resultados e Discussões

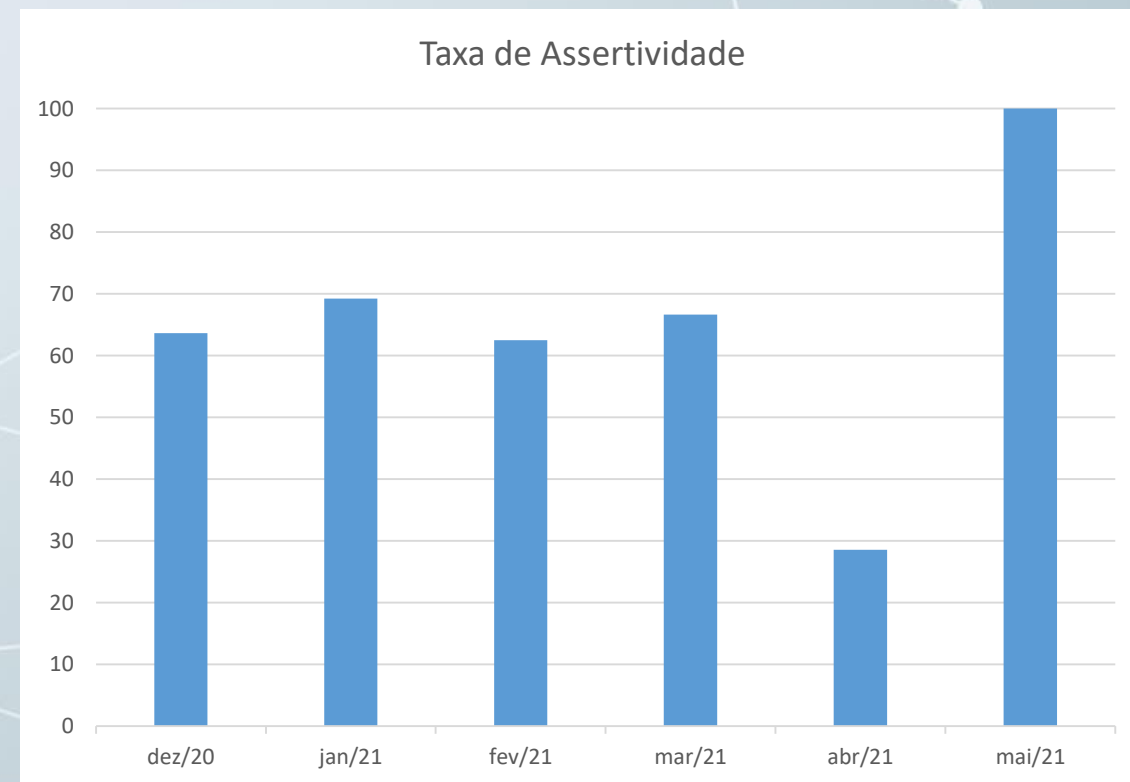


- 53 voos;
- 47 voos com sementeira;
- 32 chuvas associadas – 68% de assertividade.

Distribuição de voos e de eventos de chuvas associadas à sementeira de nuvens ao longo dos meses do projeto:



Taxa de assertividade mensal ao longo do projeto:

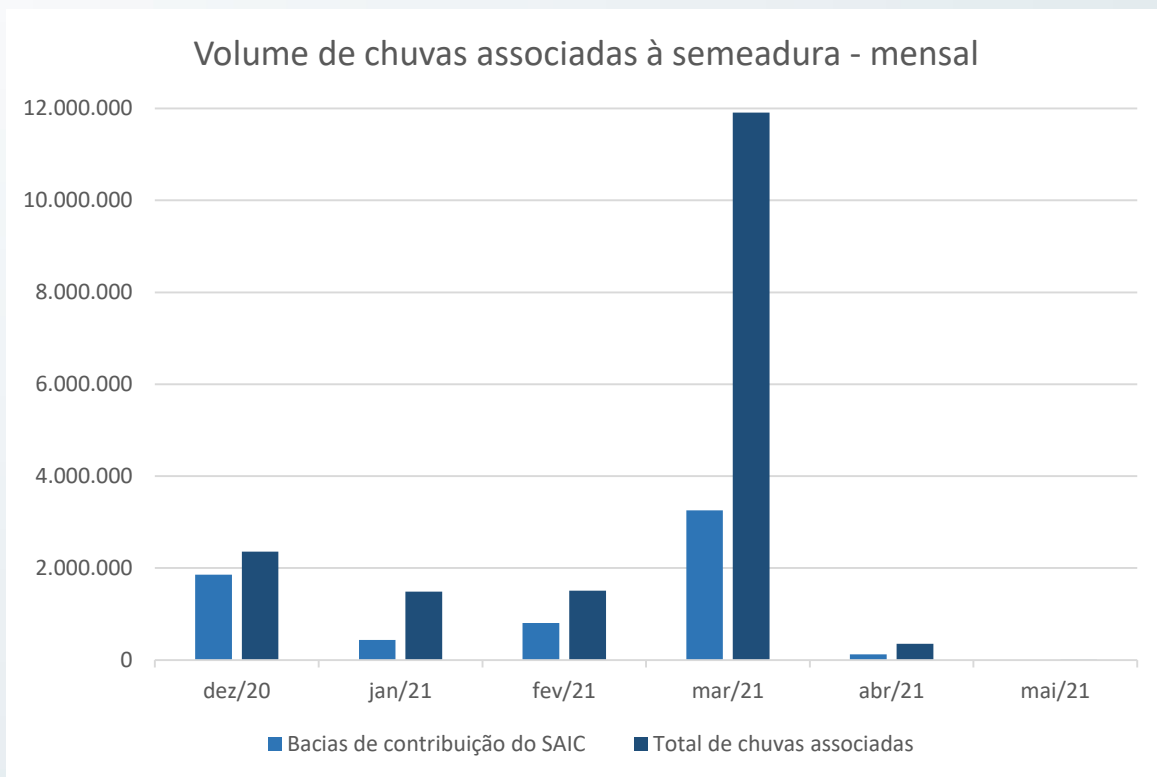


Resultados e Discussões



- 17.617.474 m³;
- 6.478.105 m³ - área de influência das bacias de contribuição do SAIC.

Distribuição do volume de chuvas associadas à sementeação ao longo dos meses do projeto:



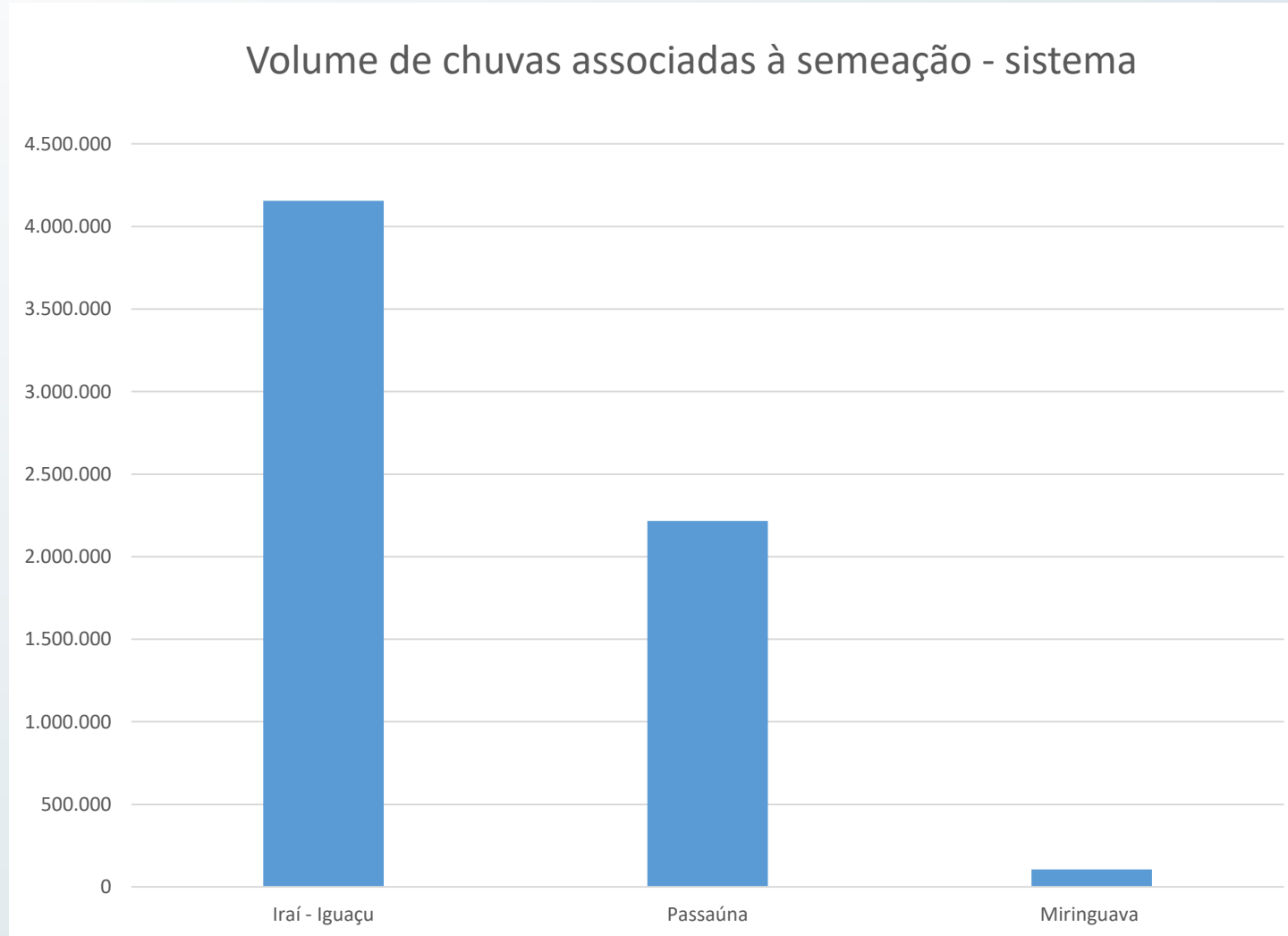
Totais acumulados:



Resultados e Discussões



Distribuição do volume de chuvas associadas com a sementeira de nuvens por sistema de abastecimento superficial de água do SAIC:



- Iraí/Iguaçu: 64%;
- Passaúna: 34%;
- Miringuava: 2%.

Conclusões e Recomendações



- Dezembro/2020 – Maio/2021;
 - 47 voos com semeadura;
 - 32 chuvas associadas;
 - 17.617.474 m³ - 6.478.105 m³;
 - Desempenho irregular ao longo dos meses – janeiro/2021: + oportunidades / + chuvas associadas;
 - Março/2021: quantidade + expressiva de volume de água relacionado com à semeadura;
 - A partir de abril/2021: - oportunidade de voos / chuvas / volumes;
 - + Voos: Passaúna / > contribuição (volume): Iraí/Iguaçu;
-
- Impacto do volume de água associado com as semeaduras de nuvens: modelagens hidrológicas;
 - Metodologias de avaliação, % em relação aos acumulados de chuva no período na bacia e particionamento no ciclo hidrológico;
-
- **Crise hídrica: Estratégias inovadoras e avaliações para subsidiar a tomada de decisão.**
Os resultados operacionais reportados indicam que a **técnica** investigada é **promissora: situações semelhantes - climatológicas e de estiagem severa forem identificadas.**

Referências

- DINIZ, I.S.; FURTADO, E. F.; MELO FILHO, H. B. Caracterização física do solo e estudo da contaminação da água nas proximidades do antigo lixão da cidade de Boa Vista – RR. Revista Norte Científico, v. 4, n.1, p.169-184, dez. 2009.
- DW – Made for Minds. A controversa técnica de semear chuvas que falhou em São Paulo. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/a-controversa-t%C3%A9cnica-de-semear-chuvas-que-falhou-em-s%C3%A3o-paulo/a-52539593>. Publicado em 26 de fevereiro de 2020. Acesso em: 20 de agosto de 2021.
- FURUKAWA, F. C.; IHA, K.; IMAI, T. APARELHO PRODUTOR DE GOTAS DE ÁGUA COLETORAS DE TAMANHO CONTROLADO PARA PRODUZIR CHUVAS ARTIFICIAIS LOCALIZADAS. In: Anais do do Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA – XIV ENCITA / 2008. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, n. 14º. 2008. Anais [...] São José dos Campos, 2008.
- HONÓRIO, M. S.; LAURO, C. J.; BARROS, R. G.; VEIGA, R. M.; BÁRBARA, V.F. Efeitos ambientais no solo e na água advindos da precipitação de nuvens através de produtos químicos. VI-010. Congresso ABES FENASAN 2017.
- IMAI, D. M.; IMAI, M. M.; IMAI, R. R., IMAI, T. Equipamento para desencadear a precipitação de chuvas a partir de nuvens convectivas do tipo cumulus, através da pulverização de gotas de água coletoras, de tamanho controlado. Patente PI0104199-1 B1, INPI, 2001.
- Jornal da USP. Produção artificial de chuva não é estratégia para combater crise hídrica. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/producao-artificial-de-chuva-nao-e-estrategia-para-combater-crise-hidrica/#:~:text=Segundo%20Augusto%20Jos%C3%A9%20Pereira%2C%20professor,essas%20estrat%C3%A9gias%20n%C3%A3o%20s%C3%A3o%20eficazes.&text=Dessa%20forma%2C%20ele%20diz%20que,e%20sem%20efic%C3%A1cia%20cientificamente%20comprovada>. Publicado em 16 de agosto de 2021. Acesso em: 25 de agosto de 2021.
- LADEIRA, A. C .Q.; CIMINELLI, V. S. T.; NEPOMUCENO, A. L. Seleção de solos para imobilização de arsênio. Revista Esc. Minas, v.55, n.3, p.215-221, jul-set, 2002.
- NEITSCH, S. L., ARNOLD, J. G., KINIRY, J. R., SRINIVASAN, R., WILLIAMS, J. R. Soil and water assessment tool input/output file documentation. Temple, Texas: Blackland Research Center. 2005.
- PARANÁ, 2020a. Decreto nº 4626 de 07 de maio de 2020. Decreta situação de emergência hídrica no Estado do Paraná pelo período de 180 dias.
- PARANÁ, 2020b. Decreto nº 6068 de 29 de outubro de 2020. Prorroga por mais 180 dias o prazo de vigência do Decreto nº 4626 de 07 de maio de 2020, de situação de emergência hídrica no Estado do Paraná.
- PARANÁ, 2021a. Decreto nº 7554 de 04 de maio de 2021. Decreta situação de emergência hídrica nas regiões Metropolitana de Curitiba e Sudoeste do Estado do Paraná, pelo período de 90 dias.
- PARANÁ, 2021b. Decreto nº 8299 de 05 de agosto de 2021. Decreta situação de emergência hídrica no Estado do Paraná, pelo período de 90 dias.
- SEGURA-MUÑOZ, S. I. Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto, SP: avaliação dos níveis de metais pesados. 2002. 131 f. Tese (Doutorado) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2002.
- SIMEPAR, 2020. Sumário Climático Paraná. Diagnóstico: agosto, setembro e outubro de 2020 – Previsão climática: dezembro de 2020 a março de 2021.

OBRIGADA!



CONTATOS:

SANEPAR:

Ana Carolina Pires Moreira
anacarolinapm@sanepar.com.br

Gustavo Rafael Collere Possetti
gustavorcp@sanepar.com.br

Mauricio Bergamini Scheer
mauriciobs@sanepar.com.br

Ronald Gervasoni
ronaldg@sanepar.com.br

MODCLIMA:

Cassia Solange Lyra
cslyra@gmail.com

