



SISTEMA DE INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS SIMet: Sistema de apoio à UGRHI-10.

Maria do Carmo Vara Lopes Orsi, Fatec Tatuí, maria.orsi@fatec.sp.gov.br
José Carlos Ferreira, Fatec Tatuí, jose.ferreira35@fatec.sp.gov.br
Mauro Tomazela, Fatec Sorocaba, mauro.tomazela@fatec.sp.gov.br
Anderson Luiz de Souza, Fatec Tatuí, anderson.souza54@fatec.sp.gov.br

Resumo

O rio Tietê ao percorrer praticamente o Estado de São Paulo atravessa diversas bacias hidrográficas, e entre elas, a do SMT-Sorocaba Médio Tietê, onde o número de estações meteorológicas de superfície ainda possui insuficiência de dados válidos para atender a cobertura de sua grande área. O objetivo deste trabalho foi apresentar os resultados obtidos em cinco anos de operações do Sistema de Informações Meteorológicas – SIMet, da Fatec Tatuí com o apoio do CEETEPS, para aumentar a densidade da rede de pluviometria da UGRHI-10 na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba Médio Tietê, no Estado de São Paulo. Iniciado com cinco estações meteorológicas automáticas atualmente dispõe, em parceria com o CIIAGRO, de treze estações instaladas em pontos de baixa densidade de postos de coletas. Como resultados, são transmitidas informações aos coordenadores do CBH-SMT para atualização de seus planos de bacias, com a inclusão dos dados nos portais do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (Sirk), no Centro Integrado de Informações Agrometeorologias (CIIAGRO). Do ponto de vista do ensino tecnológico do CEETEPS o SIMet, vem desenvolvendo programas de manutenção preditiva dos equipamentos nos laboratórios da Fatec Tatuí para reparos de sensores e calibração dos equipamentos.

Palavras-chave: Densidade, Rede, Pluviometria, dados, água.

1. Introdução

Planejamentos e programas de captação de água para abastecimento público, irrigação, uso industrial e na geração de energia, são dependentes da quantidade e da qualidade das informações meteorológicas disponíveis, que permitam caracterizar hidrológicamente microbacias regionais (SETTI; LIMA; CHAVES; PEREIRA, 2000).

As elevadas temperaturas e a baixa pluviosidade que marcaram o último verão na região sudeste, com significativa diminuição dos níveis dos reservatórios de água, levaram os especialistas e administradores a analisar o tempo meteorológico onde as variações das chuvas, com maior ou menor intensidade remetem a posição geográfica, características do solo, vegetação e até a influência do relevo com fatores como latitude, altitude, inclusive as estações do ano que podem acarretar variabilidade na distribuição espacial da pluviosidade (SIQUEIRA, 2014).

O monitoramento dos fatores meteorológicos apoia no estabelecimento de medidas para a redução do consumo e, a exemplo da cidade de São Paulo, recorrer a outras áreas de captação

IV SUSTENTARE & VII WIPIS
WORKSHOP INTERNACIONAL
Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE FUD CAMPINAS WIPES IRL-OP

Apoio: Agência das Bacias PCJ COMITÊS PCJ

para obtenção de água e evitar o desabastecimento. Como consequência, os sistemas de captação de água deverão ser repensados e redimensionados visando se adequar as mudanças climáticas. Nesse cenário, onde existe maior disputa pelo uso da água a gestão dos recursos hídricos disponíveis numa determinada bacia hidrográfica torna-se uma questão ainda mais complexa, exigindo que o processo de tomada de decisão baseie-se em informações meteorológicas confiáveis (DIAS, 2016).

O estado de São Paulo possui aproximadamente 8.479.029 hectares ocupados por cultivos agrícolas perenes ou temporários (IBGE, 2015). Esta extensão do território ocupada pela agricultura releva a importância do monitoramento e análise de variáveis meteorológicas. No Estado de São Paulo, um dos mais avançados tecnologicamente no Brasil, o número de estações meteorológicas de superfície ainda possui insuficiência de dados válidos para atender a cobertura de grandes áreas com informações meteorológicas (RAMPAZO; PICOLI; CAVALIERO, 2019).

Já existem esforços nesse sentido, como o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, em nível nacional, e do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIAGRO, no Estado de São Paulo. Em ambos os casos, existe uma rede de estações meteorológicas automáticas cujos dados são disponibilizados por meio de um portal na internet. Entretanto, no que se refere à UGRHI-10, constata-se a necessidade de ampliar a densidade de pontos de coleta de dados meteorológicos para criar um banco de dados específico da bacia hidrográfica do Rio Sorocaba – Médio Tietê.

A Faculdade de Tecnologia de Tatuí vem participando das atividades de Gestão de Recursos hídricos junto com o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba Médio Tietê desde 2014 quando, propôs ao Comitê de Bacias Hidrográfica Sorocaba Médio Tietê (CBH-SMT), implantar um Sistema Automático de Estações Meteorológicas (SIMet), na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba médio Tietê (UGRHI-10), capaz de monitorar nove variáveis meteorológicas, aplicáveis na gestão de recursos hídricos.

Com objetivo contribuir no aumento da densidade da rede de pluviometria desta Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos e contribuir com a atualização e reavaliação da nova proposta do plano de bacias, o SIMet foi constituído em 2017, inicialmente, com cinco estações meteorológicas instaladas em cinco Unidades de Ensino Tecnológico do Centro Estadual de Ensino Tecnológico Paula Souza (CEETEPS). Com bons resultados, recebeu a aprovação do CBH-SMT e do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), para implantação de mais oito estações meteorológicas automáticas.

As novas estações foram adquiridas em parceria com o FUNDAG – Fundação de Apoio à Agricultura do Estado de São Paulo, estão posicionadas em espaços de menor densidade de postos de coletas de dados na UGRHI-10 e instaladas por técnicos da fundação, coordenados pelo pesquisador responsável pelo sistema. Atualmente, conta com treze estações automáticas e vem atuando integradamente com mais outras 343 estações meteorológicas, do CIAGRO - Campinas/SP.



2. Fundamentação teórica

A preocupação com os recursos hídricos do Brasil ficou evidenciada nas discussões de duas legislações, a primeira criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) através da Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), também conhecida como a Lei das águas, que estabelece em âmbito Nacional padrões de proteção ambiental, Econômicos, Sociais. A segunda, criando a Agência Nacional de Águas (ANA) através da Lei 9.984 de 17 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), a qual assume importante papel na gestão de recursos hídricos do País, considerando a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e da coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Impulsionada por estas duas Leis, as décadas de oitenta e praticamente durante toda a década de noventa do século recentemente findo, houve um grande avanço no campo de gerenciamento do uso da água. Dentre alguns marcos encontram-se o DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica) que realizou o diagnóstico de 2.500.000Km² de bacias hidrográficas visando realizar suas classificações. Em 1986, o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) através da Resolução nº 20 estabelece, em âmbito de território Nacional, a classificação das águas em doces, salobras e salinas enquadrando-as em nove classes. Na década de 90, foi sancionada a Lei no 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, onde sustenta que a água é um bem de domínio público dotado de valor econômico e que, para maior eficiência, a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. (SETTI *et al.*, 2000).

Dentre as áreas de atuação da ANA, responsável por estabelecer os fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, está a necessidade de realizar articulações com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, dentre eles os Comitês de Bacias Hidrográficas, cuja importância remete a participação direta da sociedade, com representantes de entidades públicas e privadas, de usuários e de associações comunitárias, interessados na gestão de águas de uma bacia (BRASIL, 2000).

Com a criação em 02 de agosto de 1995 do Comitê de Bacia Hidrográfica Sorocaba e Médio Tietê (CBH_SMT), fundamentado por debates envolvendo a sociedade civil e os governantes das cidades que compõem a bacia, passam a compartilhar preocupações que envolvem diferentes temáticas como a quantidade de água disponível na bacia, a poluição das águas do Rio Tietê e o reservatório de Itupararanga, principal manancial da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba. (SigRH, 2022).

A área de drenagem da UGRHI-10 é de 11.829 km² com uma população em torno 2.065.174 habitantes e seus principais rios são: Sorocaba, Tietê, Sorocabaçu, Sorocamirim, Pirajibu, Jundiuvira, Murundú, Sarapuú, Tatuí, Guarapó, Macacos, Ribeirão do Peixe, Alambari,



Capivara, Araquá, contando ainda com os reservatórios da Represa Itupararanga e Barra bonita. (SigRH, 2022).

A instalação de estações meteorológicas nos municípios dessa microbacia favorece o mapeamento de informações e dados relevantes para aplicações em estudos e projetos que respaldam planejamentos voltados aos recursos hídricos. Além da água, outros elementos do clima a exemplo de: radiação solar, evaporação, umidade do ar, temperaturas e vento, também são importantes para gestores de bacias hidrográficas e climatologistas (VECCHIA; TECH; NEVES, 2020).

Já existem esforços nesse sentido como, em nível nacional, o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET que desde 1909, quando foi criado, disponibiliza seu histórico de dados meteorológicos e mapas com as localizações de suas estações meteorológicas (INMET, 2022). O Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas - CIIAGRO, no Estado de São Paulo, dispõe de uma rede meteorológica automática de dados que transmite e disponibiliza suas informações de 20 em 20 minutos abrangendo, além da precipitação, a temperatura, umidade do ar e a radiação solar (CIIAGRO, 2022). Em ambos os casos, os dados são disponibilizados através de um portal eletrônico que possibilita acesso por qualquer modelo de dispositivo móvel. Entretanto, no que se refere à UGRHI-10, constata-se a necessidade de ampliar a densidade de pontos de coleta de dados meteorológicos para criar um banco de dados específico da Bacia Hidrográfica do rio Sorocaba – Médio Tietê.

Segundo pesquisas no portal do CIIAGRO (2022), este conta com 143 estações meteorológicas automáticas e mecânicas distribuídas nos diferentes municípios do Estado de São Paulo, conforme mostra a figura 1. Nos mapas, é possível identificar as UGRHIs através de suas numerações, e a posição das estações automatizadas no mapa a esquerda e a posição das mecanizadas distribuídas no mapa a direita, facilitando sua localização no território do Estado.

Observa-se que no portal do CIIAGRO, além da base de dados das estações de sua propriedade, disponibilizam informações de outros sistemas gestores como as três estações automáticas, duas manuais e duas convencionais da parceria com o INMET, da mesma forma, incorporou os dados das treze estações automáticas do SIMet, ampliando a densidade de informações pela diversidade de pontos de coletas. Também é possível verificar que, mesmo com a quantidade de estações meteorológicas do CIIAGRO as regiões da UGRHI-10, UGRH-11 e UGRHI-14, sendo esta última onde se encontram os maiores produtores de batatas, ainda precisam de mais estações, para assegurar uma boa densidade pluviométrica. Segundo K. Reichardt (1985), é difícil afirmar o número ideal de pluviômetros por km².

Com relação ao acompanhamento dos recursos hídricos nas microbacias, nos mapas da figura 1, constata-se que todas as vinte e duas UGRHIs são monitoradas; também é possível identificar as áreas de menor densidade de equipamentos. Estas áreas necessitam de planejamentos para expansão e instalação de estações meteorológicas. Considerando os principais afluentes, exceção das regiões litorâneas do Estado de São Paulo e do contorno de seus divisores

IV SUSTENTARE & VII WIPIS

WORKSHOP INTERNACIONAL

Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

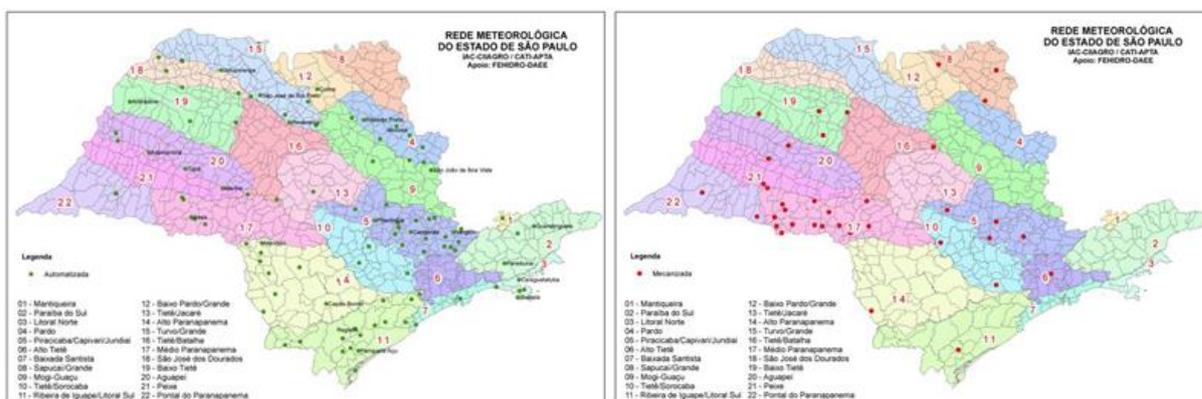
EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização:

Apoio:

de água, as águas das nascentes dos principais rios, tendem a escoar para o interior, o que explica o surpreendente percurso do Rio Tietê, o rio com maior número de afluentes no Estado. Nesta premissa, “estudar a variação temporal da precipitação pluviométrica é de grande importância para qualificar os interesses da sociedade quanto ao planejamento rural e urbano, além de servir de subsídio para a engenharia de recursos hídricos” (MARCUIZZO, 2020).

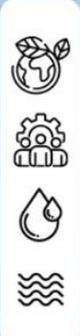
Figura 1. Estações do CIIAGRO: automatizadas (mapa da esquerda) e mecanizadas (mapa da direita)



Fonte: CIIAGRO, 2022

O SIMet foi criado com foco principal nos recursos hídricos da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba médio Tietê, onde além da precipitação pluviométrica, os efeitos da radiação solar, do vento e pressão atmosférica, analisar suas influências nas taxas de evaporação da água das superfícies livres dos mananciais hídricos. Contudo, o conjunto das nove variáveis meteorológicas medidas pelas estações sendo: chuvas, radiação solar, ponto de orvalho, evapotranspiração, temperatura, direção do vento, velocidade do vento, velocidade de rajada, pressão, permitem estimativas de balanço hídricos, contribuem com estudos e pesquisas sobre climatologia regional e disponibilidade hídrica para uso em abastecimentos urbanos, uso industrial e dessedentação de animais, tanto na área urbana como rural. Embora tenha sido criado para atender os interesses em recursos hídricos do Comitê de Bacias do Sorocaba e Médio Tietê (CBSMT), as estações automáticas podem ser utilizadas com estações climatológicas (ALVE; VIANELLO, 1991).

Avaliando a distribuição espacial das estações do CIIAGRO e o Relatório de Situação 2020/2019 – SIGRH (2022), foram identificados os pontos e áreas de interesse onde deveriam ser instaladas as primeiras cinco estações, áreas estas com falta de informações meteorológicas na parte Sudeste da UGRHI-10. Municípios onde se localizam as nascentes dos principais rios e pelo favorável gradiente de altitude na bacia do Sorocaba Médio Tietê. Na ampliação do número de estações meteorológicas do SIMet, os pontos de interesse consideraram tanto os fatores geográficos (área de cobertura pluviométrica) como das proximidades com as cabeceiras das nascentes dos rios.



IV SUSTENTARE & VII WIPIS

WORKSHOP INTERNACIONAL

Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

**EVENTO
GRATUITO
TOTALMENTE
ONLINE**

Realização:




Apoio:

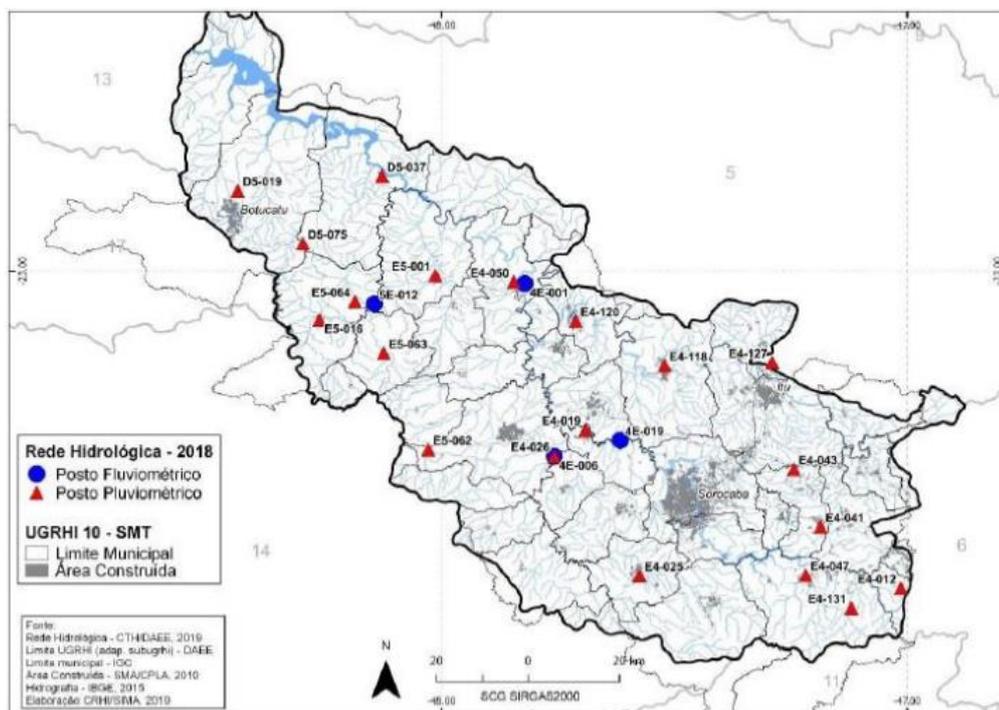



3. Metodologia

Para aumentar a densidade de postos pluviométricos, a equipe de pesquisadores se baseou nas descrições de Reichardt, K. (1987), Ferreira, J.C. (1999), Tonello, K.C. (2020), e em dados do Plano de Bacias do CBHSM (2020). Também foram realizadas, consultas ao mapa hidrográfico para análise preliminar dos pontos estratégicos de cobertura e em função da irregularidade na distribuição espacial da chuva. Além da identificação dos pontos de baixa densidade de postos pluviométricos, definiu a seleção espacial dos locais para a instalação das estações, levando em consideração as altitudes em metros das localizações das principais nascentes dos rios da UGRHI.

A figura 2 mostra o mapa da rede de fluviométrica e de pluviometria, extraída do Relatório de Situação 2020/2019 (SIGRH, 2022), fornecendo a distribuição dos postos de medidas dos dados de precipitação pluviométrica e vazão nos rios da UGRHI-10.

Figura 2: Mapa da rede hidrográfica da UGRHI-10 do Plano de Bacias.



Fonte: SIGRH, 2020

As cinco primeiras estações foram instaladas em Unidades de Ensino do CEETEPS, conforme a sequência: Tatuí, Itu, Cerquilha, Mairinque e Piedade, justificada pela garantia de segurança das estações. Para o monitoramento das estações, uma Central de Operações e Controle dos Dados, foi instalada no Prédio 2 da Fatec Tatuí, onde docentes e alunos monitoram diariamente o funcionamento de nove sensores de cada estação, que geram dados a cada 10 minutos.

IV SUSTENTARE & VII WIPIS

WORKSHOP INTERNACIONAL

Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO
TOTALMENTE ONLINE

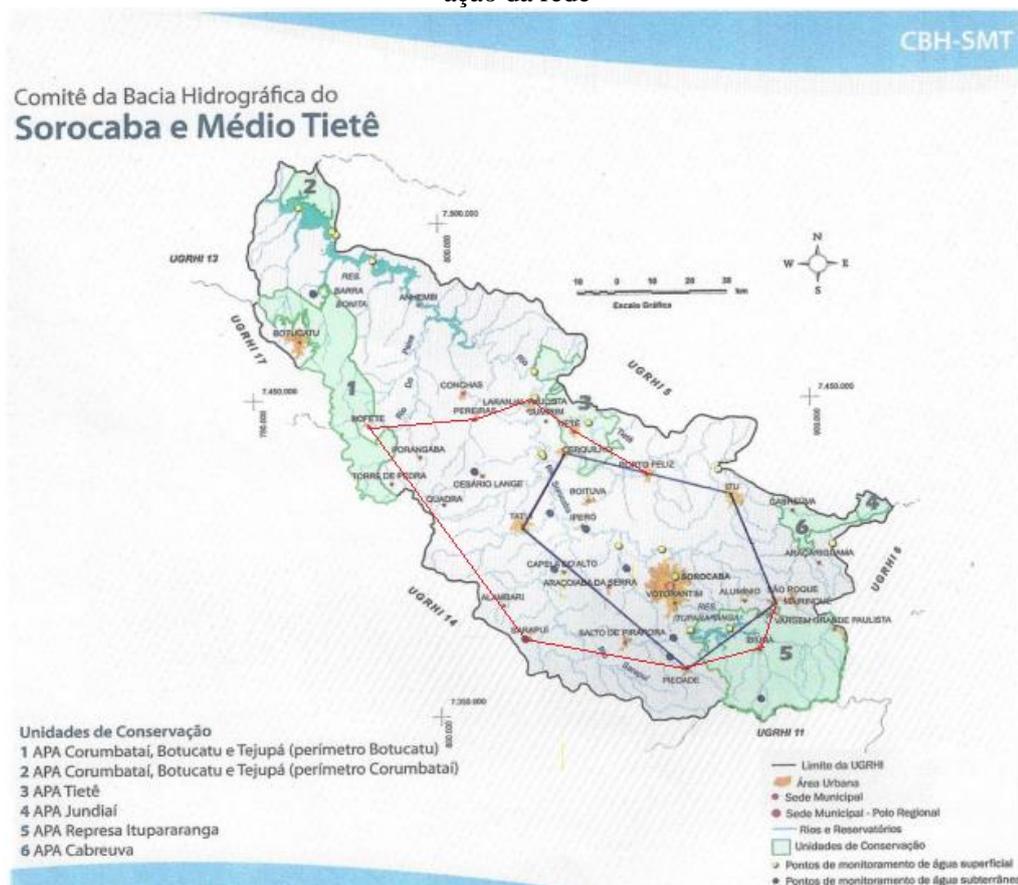
Realização:

Apoio:

Na Central de Operações também passou a funcionar um laboratório de desenvolvimento de estudos e pesquisas, neste torna-se possível realizar treinamentos e capacitar alunos dos cursos de manutenção e automação industrial nos princípios básicos dos equipamentos e sensores das estações. Alguns alunos bolsistas, vêm acompanhando os docentes do projeto SI-Met em estudos e na elaboração de programas de manutenção das estações, visando garantir a operacionalidade e reparos nos equipamentos.

A figura 3 mostra a distribuição espacial das estações meteorológicas que compõem o Sistema de Informações Meteorológicas da Fatec Tatuí. Em azul as cinco primeiras cidades que receberam as estações meteorológicas, em vermelho a ampliação da rede, considerando na parte interna do polígono as cidades de Sorocaba e Salto.

Figura 3: Distribuição espacial das estações meteorológicas: azul implantação inicial, vermelho ampliação da rede



Fonte: SIGHR, 2020

Para a instalação das oito novas estações meteorológicas automáticas, foram selecionados os municípios de Laranjal Paulista, Ibiúna, Sarapuí, Tietê, Pereiras, Sorocaba, Salto e Bofete. A escolha se justifica pelas posições geográficas destas cidades na bacia do Rio Sorocaba

Médio Tietê, visando ampliar a cobertura territorial de monitoramento de dados sobre as precipitações pluviométricas, além de outras variáveis de interesse meteorológico. Soma-se a isso, a localização das principais nascentes que alimentam a represa de Itupararanga além de, algumas das cidades selecionadas, possuem escolas técnicas e de ensino tecnológico do Centro Paula Souza com cursos relacionados a agronegócios, turismo ecológico, hotelaria-hospedagem e técnicas agrícolas, que podem ser beneficiadas com as informações meteorológicas.

As oito estações automáticas foram compradas e instaladas, conforme projeto aprovado pelo CBSMT/FEHIDRO em parceria com o CIIAGRO, órgão que vem sendo administrado pela FUNDAG – Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola. Além das instalações, a parceria integrou os sistemas CIIAGRO/SIMet para o uso dos dados de todas as estações automáticas e convencionais de ambos os sistemas aqui descritos, desta forma o portal pode ler e disponibilizar os dados das estações em tempo real.

A tabela 1, mostra as coordenadas geográficas dos locais das instalações das treze estações meteorológicas na UGRHI-10 e as respectivas áreas territoriais em km².

Tabela 1: Municípios e coordenadas geográficas das estações meteorológicas do SIMet.

Município	Latitude [° , ' , "]	Longitude [° , ' , "]	Altitude [m]	Área [km ²]
Tatuí	23°, 19,46', 15"	47, 52,02'	641	525,4
Itu	23°, 17,26', 37"	47°, 17,46' 56"	631	640,7
Cerquilha	23°, 9,471,53"	47°, 45,44, 31"	572	127,8
Mairinque	23°, 33,05', 24"	47°, 11,06', 58"	910	209,2
Piedade	23°, 42,19', 17"	47°, 12', 19"	783	746,7
Laranjal Paulista	23°, 03,46', 17"	47, 50', 93'	541	384,3
Ibiúna	23°, 39,26', 29"	47°, 12,46' 40"	861	1058,0
Sarapuí	23°, 9,471,53"	47°, 45,44, 31"	615	354,5
Tietê	23°, 06,05', 36"	47°, 58,06', 26"	477	396,0
Pereiras	23°, 42,19', 39"	47°, 26', 19"	502	222,7
Sorocaba	23°, 28,05', 47"	47°, 25,06', 36"	598	450,4
Salto	23°, 11,19', 14"	47°, 16', 04"	577	134,3
Bofete	23°, 11,19', 14"	47°, 16', 04"	573	656,3

Fonte: elaborado pelo autor

O Sistema Automático de Estações Meteorológicas da Fatec Tatuí não é previsor, mas seu banco de dados permite aplicações no monitoramento de recursos hídricos, a exemplo de balaços hídricos, boletins de precipitações e ventos intensos de interesse a Defesa Civil, da comunidade, grupos de especialistas, entre outras. A exemplo, constata-se que os dados de precipitação pluviométrica e temperatura auxiliam o produtor rural em planos de irrigação e uso da água.

4. Resultados

O SIMet tem a capacidade de cobertura de dados meteorológicos em uma área de cerca de 5.903,3 km², contemplando cerca de 31 municípios e os seus principais rios; Sorocaba, Sarapuí e Tatuí. Com a atualização do novo plano de bacias, suas treze estações passaram a fazer

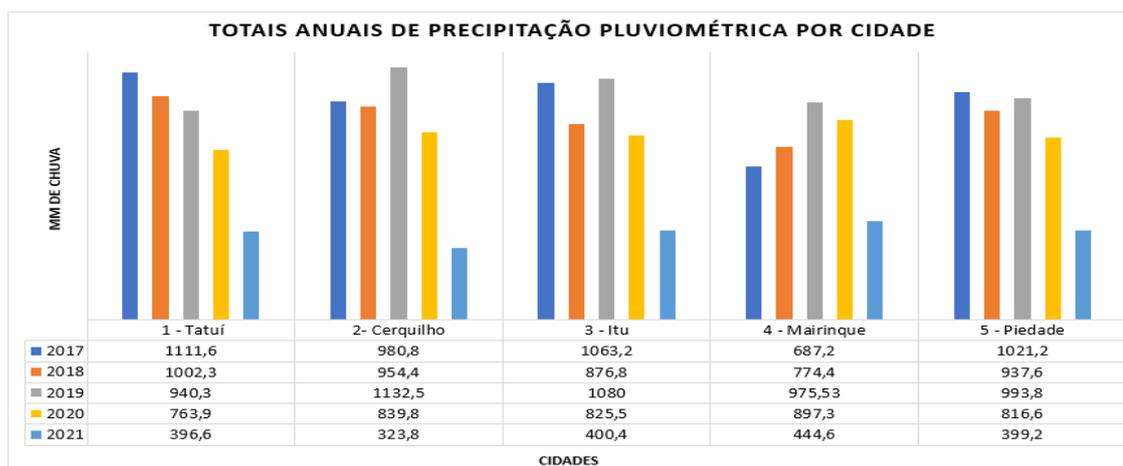


parte integrante do levantamento da rede de pluviometria da UGRHI-10. Os planos de recursos hídricos são instrumentos de planejamento que servem para orientar a sociedade e os tomadores de decisão para a recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos das bacias ou regiões hidrográficas correspondentes. Estes planos têm horizonte de longo prazo, devendo ser acompanhados por revisões e atualizações periódicas.

Os resultados numéricos do SIMet serão sempre parciais, considerando que a natureza do banco de dados meteorológicos será sempre a de aumentar. Em desenvolvimento desde fevereiro de 2017, as informações meteorológicas são registradas de 10 em 10 minutos, abrangendo nove variáveis meteorológicas. Além dos registros dos dados de precipitação pluviométrica, as demais informações registradas podem servir como referencial para os trabalhos realizados pelo Consórcio de Estudos, Recuperação e Desenvolvimento da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê (CERISO), responsável pela atualização dos relatórios de situação da UGH-10, com a divulgação de balanços hídricos.

Devido ao tamanho desse banco de dados é difícil apresentar a totalidade de informações, mas considerando apenas as cinco estações iniciais do sistema em operação, de fevereiro de 2017 a maio de 2021, constatou-se que foram registrados 22.896.000 dados referentes à precipitação pluviométrica. Estes foram compilados em um gráfico, organizados por cidades, através dos acumulados totais anuais registrados no período de monitoramento, conforme apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1: Totais anuais de precipitações pluviométricas por cidade de 2017 a parcial de 2021



Fonte: SIMet, 2021.

O posto que registrou o menor acumulado anual foi a cidade de Tatuí com 763,9 mm, seguido de Mairinque com 774,4 mm. O maior volume ocorreu em Cerquilho com 1.132,50 mm, seguido por Itu com 1.080 mm e Tatuí com 1.002,3 mm, respectivamente. Os dados mostraram até maio de 2021 que, o total de precipitação pluviométrica medido pelo SIMet, foi de

27.378,94 mm, que corresponde a 27.378,94 litros de água por metro quadrado, o que resulta em aproximadamente 161.626.096,5 m³.

Compondo os resultados obtidos, faz-se alusão ao interesse de algumas empresas ligadas a produção rural em utilizar estas informações, com perspectivas voltadas aos seus tipos de negócios. Também foram realizados trabalhos conjuntos com instituições públicas, a exemplo do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), Defesa Civil de Tatuí e o CIIAGRO (Centro Integrado de Apoio à Agricultura do Estado de São Paulo), nosso mais recente parceiro.

Quanto ao apoio tecnológico à Defesa Civil de Tatuí, foi assinado um termo de cooperação técnica para a manutenção e inclusão de inovações tecnológicas em pluviômetros de balsa semiautomáticos, atualmente em desuso pela dificuldade de obtenção e manutenção de suas operações. Esses pluviômetros foram instalados em Tatuí, dentro de um projeto do governo federal denominado Centro de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), em apoio ao monitoramento de potenciais eventos de desastres naturais.

Um destes equipamentos foi melhorado tecnologicamente e se encontra em processo de calibração e validação, visando operar de forma automática, com transferência de informações em tempo real a uma central de operações da Defesa Civil, podendo ser acessadas através de dispositivos móveis. Com isso, não haveria mais a necessidade do deslocamento de técnicos para as leituras diárias os dados de precipitação. O processo de inovação vem sendo realizado por alunos da Fatec Tatuí, bolsistas, graduandos em Manutenção Industrial e em Automação Industrial, nos laboratórios do SIMet, onde avaliam sistemas, atuam na manutenção dos equipamentos e em inovações tecnológicas.

O Estado de São Paulo possui outros centros previsores, integrando Sistemas de Informações Meteorológicas, como o SAISP – Sistema de Alertas a Inundações, operado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica/DAEE que podem fazer uso, além dos fatores pluviométricos, dos dados de pressão atmosférica, temperaturas e direção e velocidade do vento no apoio a Defesa Civil.

Das parcerias e apoios institucionais, a Fatec Tatuí vem consolidando sua participação no Comitê de Bacia do Rio Sorocaba Médio Tietê, tendo três projetos aprovados com recursos do FEHIDRO, sendo dois deles, o de instalação e posterior ampliação do sistema de monitoramento. Em fevereiro de 2018, transferiu e instalou uma estação meteorológica automática remanescente de projeto de pesquisa no CNPq, para o Campus da Fatec Sorocaba, instalando-a junto com a estação meteorológica convencional nº 35585 do INMET. Como resultado da parceria entre a Fatec Tatuí, Fatec Sorocaba e o INMET e, com a devida autorização do INMET, o SIMet vem coletando os dados de chuva da estação automática instalada na Fazenda Ipanema (Iperó), aumentando a área de cobertura.

Com a integração dos dois sistemas SIMet-CIIAGRO o Estado de São Paulo passa a ter 158 estações pluviométricas, aumentando a densidade da rede pluviométrica da UGRHI-10, resultado que atende ao principal objetivo do Plano de Bacia, de interesse ao



CBSMT/FEHIDRO. Outros resultados indiretos e potenciais, podem ser apontados como consequência da integração dos dois Sistemas Meteorológicos, conforme segue:

- Aumento no potencial dos dados desenvolvido pelo SIMet, por meio de parcerias e integração de diferentes sistemas de disponibilização de dados;
- O CIIAGRO passará a contar com mais 52 anos de dados históricos da Estação Conventional nº 35.583, do INMET pertencente ao banco de dados do SIMet;
- Desenvolvimento de atividades de extensão na área de educação Ambiental;
- Estimulando o desenvolvimento de pesquisa, ensino e extensão em recursos hídricos com a Fatec Tatuí. Inclusive com a FUNDAG que apoia Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) em Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação.

5. Conclusões

Apesar da operacionalidade do sistema, constata-se a limitação de dados frente a amplitude da bacia hidrográfica, caracterizando a necessidade de ampliar a rede e os pontos de monitoramento para uma maior disponibilidade de informações técnicas que sejam aplicáveis em estudos e planejamentos de gerenciamento de recursos hídricos.

Apesar da presença de unidades de estações meteorológicas na maioria dos municípios da microbacia, estas não abrangem todas as áreas com recursos hídricos significativos, além de, existirem comunidades que não são monitoradas. Com a distribuição irregular, muitos gestores não dispõem de dados confiáveis, referentes a realidade local, lacunas que se mapeadas poderiam ajudar a realizarem, com mais precisão, o planejamento e estruturação de sistemas como os de drenagem urbana e rural evitando danos ao patrimônio público e privado, e comunicar a população, em forma de boletins, sobre avisos de eventos meteorológicos extremos.

Com a parceria do SIMet/CIIAGRO, a Fatec Tatuí, passa a representar indiretamente o CEETPS nas interações com outras instituições de pesquisas ligadas à produção agrícola do Estado de São Paulo, na qual boa parte da economia brasileira tem se apoiado para dar suporte ao PIB. Entre outros beneficiários diretos destacam-se: CBH-SMT, Secretarias de Meio Ambiente e Planejamento, INMET, DAEE, SABESP, Defesa Civil, bombeiros, entre outros. Entre os beneficiários indiretos estão: escolas de ensino fundamental, médio, técnico e superiores com programas de educação ambiental e pesquisas aplicadas.

Esta parceria também possibilitou a estruturação de cursos de extensão extracurriculares para os alunos das Fatecs e Escolas Técnicas do CEETEPS, focando em assuntos não inclusos na base curricular de seu curso, complementando a formação dos estudantes como, a exemplo, a manutenções de equipamentos meteorológicos e similares. Os resultados mostraram também, a influência positiva do apoio de uma Faculdade de Tecnologia nas questões relativas a calibrações de instrumentos de medidas de variáveis meteorológicas e na manutenção de um bom plano de manutenções preditivas.

Esta experiência evidenciou que novos sistemas, grandes ou pequenos, só conseguirão sobreviver se atuarem em concordância, um contribuindo com o outro. Do ponto de vista estratégico, que os problemas devem ser enfrentados no campo do planejamento, com dados confiáveis, uma construção coletiva e participativa de ações estruturadas que viabilizem junto aos órgãos gestores dos recursos hídricos a implementação de programas que gerem resultados e informações de forma continuada, visando a disponibilidade e qualidade da água, recurso natural essencial à vida no Planeta.

6. Agradecimentos

Muitos foram os colaboradores no desenvolvimento desta pesquisa, seus méritos devem ser denotados, não deixando de valorizar suas participações no contexto global do projeto.

Fica aqui reconhecido o apoio técnico do departamento de Tecnologia de Informação da Fatec Tatuí; a Diretoria de Serviços que viabilizaram as compras e instalações dos equipamentos; aos profissionais das instituições parceiras que, em conjunto com os professores responsáveis pelo sistema, se empenharam em integrar as plataformas e viabilizar a operacionalidade dos processos; aos discentes e docentes que de diferentes formas contribuíram e participaram da construção e manutenção do processo operacional e educativo na unidade de ensino e, por fim, membros do CBH-SMT que apoiaram a aprovação e viabilizaram a submissão e, posterior aprovação, dos recursos para desenvolver esta jornada.

Refletem uma participação efetiva, pois a participação de um técnico, o apoio pessoal, trazem à tona a importância do papel individual de cada colaborador no suporte, não apenas da manutenção de experimentos longos, mas também nos subsequentes resultados pelo empenho de todos.

7. Referências bibliográficas

ALVES, A. R.; VIANELLO, R. L. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa: Imprensa Universidade Federal de Viçosa, 1991. 448 p.

BRASIL. Casa Civil. **Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2019/11/LEI-N%C2%BA-9.984-DE-17-DE-JULHO-DE-2000-Dispoe-sobre-a-cria%C3%A7ao-da-Agencia-Nacional-de-Aguas-ANA-entidade-Federal-de-implementa%C3%A7%C3%A3o-da-Politica-Nacional-de-Recursos-Hidricos.pdf> Acesso em: 25/08/2022.

CIAGRO. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. **Rede meteorológica automática: dados e horários**. 2022. Disponível em: <http://www.ciiagro.org.br/ema/> Acesso em: 10/08/2022.

IV SUSTENTARE & VII WIPIS
WORKSHOP INTERNACIONAL
Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
 de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE FUD CAMPINAS

Apoio: Agência das Bacias PCJ, COMITÊS PCJ

DIAS, Natália. **O sistema Cantareira e a crise da água em São Paulo**: falta de transparência, um problema que persiste. livro eletrônico: coordenadora Mariana Tamari. São Paulo: Artigo 19 Brasil, 2016. 10 Mb; PDF. Disponível em: <https://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/estudos/sistema-cantareira-e-a-crise-da-agua-em-sao-paulo-2.pdf> Acesso em: 09/10/2022.

FERREIRA, J. C. **Mapas Mensais de Precipitação de Intensidade Máxima e Erosividade para o Estado de São Paulo, de Interesse à Engenharia**. Tese de Doutorado na FEAGRI-UNICAMP, 1999. 144 p.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/> Acesso em: 19/09/2022

MARCUZZO, Francisco F. N. Bacia Hidrográfica do Rio Tietê: Precipitação Pluviométrica Espacializada. **Geographia Meridionalis - Revista Eletrônica**. Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pelotas. 2020. Disponível em: https://ri-geo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/21752/1/bacia_hidrografica_rio_tiete_artigo.pdf. Acesso em: 07/10/2022.

RAMPAZO, Núria Aparecida Miatto; PICOLI, Michelle Cristina Araújo; CAVALIERO, Carla Kazue Nakao. Comparação entre dados meteorológicos provenientes de sensoriamento remoto (modelados e de satélites) e de estações de superfície. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.12, n.02 (2019) 412-426. ISSN:1984-2295. Disponível em: <http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/07.03.17.03/doc/236588-142598-1-PB.pdf> Acesso em: 16/08/2022

REICHARDT, K. **Processos de Transferência no Sistema: Solo-Planta-Atmosfera**. Fundação Cargill, 1985. 446 p.

RICHARDT, K. **A Água em Sistemas Agrícolas**. Editora Manole- Ltda- SP, 1987. 188 p.

SETTI, Arnaldo Augusto; LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck; CHAVES, Adriana Goretti de Miranda; PEREIRA, Isabella de Castro. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 207 p. Disponível em: https://lamorh.ufes.br/sites/lamorh.ufes.br/files/field/anexo/introducao_ao_gerenciamento_de_recursos_hidricos.pdf Acesso em: 20/09/2022

SigRH. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **CBH-SMT: Comitê de Bacias Hidrográfica Sorocaba Médio Tietê**. 2022. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhsmt/apresentacao> Acesso em: 18/09/2022

SigRH. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **Plano de Bacia:** Rede Hidrológica. 2020. Disponível em: <http://www.si-grh.sp.gov.br/cbhsmtdocumentos>. Acesso em: 10/02/2022

SIQUEIRA, Beatriz. **Dinâmicas das chuvas e suas diferentes escalas no estado de São Paulo**. Geografia: Campus Experimental de Ourinhos – UNESP, 2014.

TONELLO, K. C; ABREU, M.C. Disponibilidade e Demanda Hídrica na Bacia do Rio Sorocaba: Um alerta à Gestão de Recursos Hídricos. **Revista Sociedade e Natureza** v. 30 nº 3, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/SN-v30n3-2018-11> Acesso em: 03/08/2022

VECCHIA, Francisco Arthur da Silva; TECH, Adriano Rogério Bruno; NEVES, Gustavo Zen de Figueiredo. **Climatologia dinâmica:** conceitos, técnicas e aplicações. São Carlos: RiMa Editora, 2020. 288 p. il. ISBN 978-65-990488-1-4 – ebook. Disponível em: https://sites.usp.br/climatologia/wp-content/uploads/sites/267/2020/07/CLIMATOLOGIA-DIN%C3%82MICA_Conceitos-T%C3%A9cnicas-e-Aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf Acesso em: 10/10/2022