

Metodologia para a Sistematização dos Dados sobre Recursos Hídricos em Bacias Experimentais de Diferentes Biomas Brasileiros



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 216

Metodologia para a Sistematização dos Dados sobre Recursos Hídricos em Bacias Experimentais de Diferentes Biomas Brasileiros

Marcus Aurélio Soares Cruz
Azeneth Eufrasio Schuler
Evaldo de Paiva Lima
Fabio Enrique Torresan
João Herbert Moreira Viana
Julio Roberto Araujo de Amorim
Júlio Cesar Pascale Palhares
Maria Lucia Zuccari
Rachel Bardy Prado
Ricardo de Oliveira Figueiredo

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2017

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Av. Beira Mar, 3250, CEP 49025-040, Aracaju, SE
Fone: (79) 4009-1300
[www.embrapa.br/tabuleiros costeiros](http://www.embrapa.br/tabuleiros_costeiros)
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Comitê Local de Publicações da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Presidente: *Marcelo Ferreira Fernandes*

Secretário-Executivo: *Marcus Aurélio Soares Cruz*

Membros: *Amaury da Silva dos Santos, Ana da Silva Lédo, Anderson Carlos Marafon, Joézio Luiz dos Anjos, Julio Roberto Araújo de Amorim, Lizz Kezzy de Moraes, Luciana Marques de Carvalho, Tânia Valeska Medeiros Dantas e Viviane Talamini*

Supervisão editorial: *Flaviana Barbosa Sales*

Revisão bibliográfica: *Josete Cunha Melo*

Editoração eletrônica: *Beatriz Ferreira da Cruz*

Fotos da Capa: *Marcus Cruz, Ricardo Figueiredo e João Herbert*

1ª Edição

On-line (2017)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Metodologia para a sistematização dos dados sobre recursos hídricos em bacias experimentais de diferentes biomas brasileiros / Marcus Aurélio Soares Cruz ... [et al.] – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2017.

47 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 216).

1. Recurso hídrico. 2. Bacia hidrográfica. 3. Água doce. I. Cruz, Marcus Aurélio Soares. II. Schuler, Azeneth Eurasino. III. Lima, Evado de Paiva. IV. Torresan, Fábio Enrique. V. Viana, João Herbert Moreira. VI. Amorim, Júlio Roberto Araújo de. VII. Palhares, Júlio Cesar Pascale. VIII. Zuccari, Maria Lúcia. IX. Prado, Rachel Brady. X. Figueiredo, Ricardo de Oliveira. Série. CDD 333.91 Ed. 21

Autores

Marcus Aurélio Soares Cruz

Engenheiro Civil, doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Azeneth Eufrausino Schuler

Engenheira Florestal, doutora em Ciências da Energia Nuclear na Agricultura, pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Evaldo de Paiva Lima

Meteorologista, doutor em Meteorologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Fabio Enrique Torresan

Ecólogo, doutor em Ecologia e Recursos Naturais, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP

João Herbert Moreira Viana

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

Julio Roberto Araujo de Amorim

Engenheiro-agrônomo, mestre em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Júlio Cesar Pascale Palhares

Zootecnista, doutor em Ciências da Engenharia Ambiental, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

Maria Lucia Zuccari

Bióloga, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

Rachel Bardy Prado

Bióloga, doutora em Ciências da Engenharia Ambiental, pesquisadora da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

Ricardo de Oliveira Figueiredo

Engenheiro-agrônomo, doutor em Biociências e Biotecnologia, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

Colaboradores

Adriana Monteiro da Costa

Geografa, doutora em Ciência do Solo, professora adjunta IV da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG

Orlando dos Santos Watrin

Engenheiro-agrônomo, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

Ricardo de Aragão

Engenheiro Civil, doutor em Engenharia de Recursos Hídricos, professor associado da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB

Apresentação

O projeto denominado Impactos da Agricultura e das Mudanças Climáticas nos Recursos Hídricos: Diagnose e Propostas de Adaptação e Mitigação em Bacias Hidrográficas nos Diferentes Biomas Brasileiros, no âmbito do Sistema Embrapa de Gestão (SEG), desenvolve o levantamento de informações relevantes das bacias hidrográficas representativas dos biomas brasileiros, por meio do projeto intitulado Monitoramento e Caracterização Quali-quantitativa dos Recursos Hídricos e sua Relação com o Uso da Terra em Bacias Experimentais nos Diferentes Biomas Brasileiros. O objetivo, é o monitoramento contínuo de bacias de pequeno porte para gerar dados e possibilitar interpretações sobre o comportamento hidrológico, qualidade das águas e a relação com as ações antrópicas ocorrentes nas bacias, com ênfase no processo produtivo da agropecuária.

A organização dos dados qualitativos e quantitativos não é uma tarefa simples, tendo em vista a diversidade de tipos, formatos e periodicidade das amostragens nas diferentes bacias submetidas às condições climáticas e ambientais específicas na região do projeto.

Assim, esta publicação busca apresentar a metodologia aplicada, bem como ilustrar com os casos das bacias estudadas, nas especificidades dos diferentes biomas. Espera-se, que possa contribuir na catalogação e organização de dados sobre recursos hídricos em bacias hidrográficas, fortalecendo as redes de intercâmbio de informações e um melhor gerenciamento do uso da água dos mananciais.

Manoel Moacir Costa Macedo

Chefe-geral da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Sumário

| | |
|--|-----------|
| Introdução | 8 |
| Proposta metodológica de organização da informação das bacias | 10 |
| Bacias monitoradas no Projeto Componente 3 – Agrohidro | 18 |
| Bacia do Córrego Marinheiro – bioma Cerrado/Mata Atlântica..... | 20 |
| Bacia do Ribeirão Canchim – bioma Mata Atlântica porção sul | 22 |
| Bacia do Rio Guapi-Macacu – bioma Mata Atlântica porção central | 25 |
| Bacias do Igarapés Cinquenta e Quatro, Sete e Pajeú – bioma Amazônia ... | 31 |
| Bacia do Rio Siriri – bioma Mata Atlântica porção nordeste | 35 |
| Bacia do Rio Jaguari – bioma Mata Atlântica porção sudeste | 39 |
| Considerações Finais | 43 |
| Referências | 44 |

Metodologia para a Sistematização dos Dados sobre Recursos Hídricos em Bacias Experimentais de Diferentes Biomas Brasileiros

**Azeneth Eufrausino Schuler
Evaldo de Paiva Lima
Fabio Enrique Torresan
João Herbert Moreira Viana
Julio Roberto Araujo de Amorim
Júlio Cesar Pascale Palhares
Marcus Aurélio Soares Cruz
Maria Lucia Zuccari
Rachel Bardy Prado
Ricardo de Oliveira Figueiredo**

Introdução

O Brasil detém cerca de 12% da água doce mundial. No entanto, esse volume significativo encontra-se mal distribuído entre as regiões geográficas brasileiras. Por exemplo, há grande concentração de recursos hídricos na região Norte, onde verifica-se um baixo contingente populacional e pouca disponibilidade hídrica nas regiões Nordeste e Sudeste, com altas taxas demográficas (OECD, 2015). Associados à má distribuição das reservas hídricas, observam-se problemas gerenciais, decorrentes da falta de iniciativas governamentais na implementação efetiva de políticas públicas segundo o que preconizam os instrumentos de gestão dos recursos hídricos, resultando em problemas como escassez hídrica, poluição de mananciais, erosão e assoreamento dos leitos dos rios, alteração de regimes hídricos que afetam os ecossistemas, ocorrência e agravamento de eventos críticos, como secas e inundações.

Assim como nas regiões geográficas brasileiras, os diferentes biomas brasileiros apresentam características singulares que devem ser consideradas no planejamento e gerenciamento do uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas. O bioma Caatinga, por exemplo, tem sido desmatado de forma acelerada devido principalmente à conversão de áreas de vegetação nativa para pastagens e agricultura e ao consumo ilegal de lenha doméstico e pelas indústrias, estimando-se que hoje 46% da área desse bioma esteja desmatada, com sérios impactos negativos sobre os recursos hídricos (BRASIL, 2017). No bioma Mata Atlântica, atualmente, restam apenas 12,5% de remanescentes florestais dos 1,3 milhões de km² originais, com implicações muito sérias com relação à recarga de mananciais e à sua condição de perenidade, aumentando o grau de vulnerabilidade dos corpos hídricos (BRASIL, 2017).

A bacia hidrográfica é definida como a unidade de gestão dos recursos hídricos segundo a Lei 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos no país. Desta forma, ações que visem à caracterização, ao monitoramento e à posterior tomada de decisão quanto aos usos das águas de um manancial devem ser planejadas por meio da avaliação das condições ambientais das áreas inseridas na bacia contribuinte a esse corpo hídrico (BRASIL, 1997). A avaliação da condição ambiental das bacias hidrográficas pode ser realizada por meio da análise e interpretação de informações diversas relativas aos corpos hídricos, como parâmetros de qualidade das águas, variáveis descritivas do regime hidrológico, levantamento de espécies de fauna e flora, dentre outras.

A organização dos dados de forma adequada, considerando-se as suas características de localização espacial, pode contribuir significativamente para a melhor compreensão dos processos hidrológicos de uma bacia, fornecendo subsídios a um processo de tomada de decisão com menores riscos associados (LIRA; CANDIDO, 2013). A construção de um sistema de gerenciamento de bancos de dados com referência espacial (SGBDE) constitui-se em mecanismo de grande utilidade visando ao armazenamento, à manipulação e ao acesso às informações produzidas em estudos de zoneamento e monitoramento. Ademais, há uma gama de linguagens, livres de licença, disponíveis para o desenvolvimento e

execução desses sistemas, com alto grau de confiabilidade, rigidez e agilidade. A definição de um SGBDE com ênfase em recursos naturais deve conjugar aspectos relativos à possibilidade de sobreposição e cruzamentos de camadas de informações que permitam a interpretação de situações existentes e cenarizadas de forma a auxiliar nos processos de tomada de decisão, seja para pesquisa ou gestão governamental.

O Projeto MP1 Agrohidro – Impactos da Agricultura e das Mudanças Climáticas nos Recursos Hídricos: Diagnose e Propostas de Adaptação e Mitigação em Bacias Hidrográficas nos Diferentes Biomas Brasileiros, executado dentro do Sistema Embrapa de Gestão, no período de 2012 a 2017, em alinhamento com o Portfólio de Mudanças Climáticas, vem desenvolvendo uma série de ações relativas ao levantamento de dados primários e secundários em bacias hidrográficas representativas de diversos biomas brasileiros. Inserido nesse projeto, encontra-se o Projeto Componente (PC) Monitoramento e Caracterização Quali-quantitativa dos Recursos Hídricos e sua Relação com o Uso da Terra em Bacias Experimentais nos Diferentes Biomas Brasileiros, que visa ao monitoramento contínuo de bacias de pequeno porte com fins de gerar bancos de dados e possibilitar interpretações sobre o comportamento hidrológico e de qualidade das águas e sua relação com as ações antrópicas ocorrentes nas bacias, principalmente a agricultura.

Esta publicação busca apresentar a metodologia desenvolvida para a organização da informação obtida neste Projeto Componente, bem como ilustrar com estudos de caso das bacias estudadas no PC, considerando-se as especificidades das informações levantadas nos diferentes biomas brasileiros.

Proposta metodológica de organização da informação das bacias

A caracterização das bacias hidrográficas monitoradas no projeto envolve uma gama de diferentes tipos de informações, levando-se em conta as especificidades de cada região onde estão localizadas, suas dimensões espaciais e por consequência temporais, principalmente

relativas à frequência de amostragem e respostas hidrológicas. Assim, o desenvolvimento de uma metodologia global de organização dessas informações pressupõe inicialmente uma quantificação do grupo básico de formatos comuns, estabelecendo assim dessa forma um ponto de partida. Nesse sentido, foi desenvolvido um levantamento junto aos grupos de pesquisa do projeto quanto aos dados e informações que estariam manipulando, sejam pretéritos ou a serem obtidos em cada bacia. Na Tabela 1, estão apresentados os tipos de dados e informações obtidos, bem como as suas características de cada para a caracterização fisiográfica das bacias monitoradas. Observa-se que a organização das informações não se restringe a uma tabela ou planilha, uma vez que muitos dos dados estão disponibilizados em diferentes formatos: arquivos vetoriais, como limites fisiográficos, hidrografia, uso e cobertura do solo e tipos de solos; raster ou matrizes, como o relevo, representado pelos modelos digitais de elevação, onde cada pixel corresponde a uma cota altimétrica; além de gráficos que podem estar em formato de figura ou vinculados a uma planilha.

Tabela 1. Levantamento das características fisiográficas comuns presentes nas bacias monitoradas nos diferentes biomas brasileiros.

| Variável | Formato | Características |
|----------------------------|-----------------------------|---|
| Nome da bacia | Texto | Denominação da bacia monitorada |
| Área da bacia | Real | Área da bacia em km ² ou ha |
| Limites da bacia | Hiperlink arquivo shapefile | Arquivo vetorial contendo os limites geográficos da bacia |
| Modelo digital de elevação | Hiperlink arquivo raster | Arquivo raster contendo a altimetria da bacia |
| Uso e cobertura do solo | Hiperlink arquivo shapefile | Arquivo vetorial contendo as classes de uso e cobertura do solo na bacia |
| Uso e cobertura do solo | Hiperlink gráfico de torta | Gráfico do tipo torta indicando os percentuais das classes de uso e cobertura do solo |
| Tipo de solos | Hiperlink arquivo shapefile | Arquivo vetorial contendo os tipos de solos presentes na bacia |
| Tipo de solos | Hiperlink gráfico de torta | Gráfico do tipo torta indicando os percentuais dos tipos de solos |
| Hidrografia Principal | Hiperlink arquivo shapefile | Arquivo vetorial contendo os principais cursos d'água presentes na bacia |

As características das bacias relativas ao monitoramento hidroclimatológico foram levantadas e estão relatadas na Tabela 2. Além da identificação do instrumento utilizado no monitoramento, devem fazer parte da caracterização a instituição responsável pelos dados, sua frequência de registro, a localização espacial do equipamento de monitoramento com altitude, bem como os links que permitem o acesso aos arquivos de texto com os dados medidos para cada variável.

Tabela 2. Levantamento das características hidroclimatológicas comuns presentes nas bacias monitoradas nos diferentes biomas brasileiros.

| Variável | Formato | Características |
|-------------------------------------|-------------------------|--|
| Identificação do posto/estação/poço | Texto | Denominação oficial do órgão de monitoramento para o instrumento utilizado |
| Órgão gestor | Texto | Órgão responsável pelo registro dos dados |
| Frequência de registro | Texto | Periodicidade da produção dos dados (minutos, horas, dia, mês) |
| Latitude | Real | Coordenada geográfica de Latitude em graus decimais WGS1984 do instrumento |
| Longitude | Real | Coordenada geográfica de Longitude em graus decimais WGS1984 do instrumento |
| Altitude | Real | Altitude do ponto de localização do instrumento |
| Precipitação | Hiperlink arquivo texto | Arquivo ASCII contendo os registros da precipitação em mm |
| Temperatura | Hiperlink arquivo texto | Arquivo ASCII contendo os registros de temperaturas máxima e mínima em graus Celsius |
| Umidade relativa | Hiperlink arquivo texto | Arquivo ASCII contendo os registros da umidade relativa em % |
| Velocidade do vento | Hiperlink arquivo texto | Arquivo ASCII contendo os registros da velocidade do vento a 2,0m de altura em m/s |
| Radiação solar | Hiperlink arquivo texto | Arquivo ASCII contendo os registros da radiação solar em MJ/m ² |
| Nível d'água | Hiperlink arquivo texto | Arquivo ASCII contendo os registros de níveis de água em m |
| Vazão | Hiperlink arquivo texto | Arquivo ASCII contendo os registros de vazão em m ³ /s ou l/s |

Os arquivos devem apresentar uma estrutura simples no formato texto, podendo ser acessado por qualquer editor de texto. No caso em questão, o arquivo é formado pelos seguintes campos mínimos: cabeçalho com variável monitorada, identificação da estação de monitoramento, data, horário e valor da variável medida. No caso de falhas em registros, padronizou-se a substituição do valor faltante pelo número -99. A denominação dos arquivos é realizada de forma a facilitar a sua identificação: Nome_Variável_Frequência.txt. Assim, por exemplo, a estação pluviométrica Capela que dispõe de registros diários de precipitação teria o seu arquivo texto denominado Capela_Prec_Diaria.txt. Na Figura 1, é apresentado um exemplo da estrutura interna de um arquivo com dados de série histórica de precipitação.

| CAPELA_PREC_DIARIA.prn - Bloco de notas | | | |
|---|--------------------|----------|--------------|
| Arquivo | Editar | Formatar | Exibir Ajuda |
| Variável: | Precipitação | | |
| Identificação: | CAPELA/ANA/1083078 | | |
| Data | Hora | Registro | |
| 01/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 02/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 03/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 04/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 05/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 06/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 07/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 08/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 09/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 10/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 11/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 12/01/1983 | 00:00 | -99 | |
| 13/01/1983 | 00:00 | -99 | |

Figura 1. Exemplo de estrutura proposta nos arquivos texto para organização das informações hidrometeorológicas das séries históricas nas bacias monitoradas.

As informações relativas a qualidade da água e de sedimentos foram agrupadas e organizadas de forma similar aos dados quantitativos, sendo que a definição da estrutura do arquivo de armazenamento seguiu a lógica do ponto de coleta, ou seja, como em cada coleta diversas variáveis são avaliadas, optou-se por utilizar a localização do ponto amostral como referência para o arquivo. Na Tabela 3, está

apresentada a estrutura concebida para organização das informações referentes ao monitoramento qualitativo da água e sedimentos, presentes nas bacias monitoradas nos diferentes biomas brasileiros.

Tabela 3. Proposta de organização dos dados de qualidade da água e sedimentos presentes nas bacias monitoradas nos diferentes biomas brasileiros.

| Variável | Formato | Características |
|-------------------------------------|-------------------------|---|
| Identificação do ponto de coleta | Texto | Denominação do local de coleta (P1, P2, etc) |
| Nome do curso d'água | Texto | Denominação oficial do corpo hídrico da coleta |
| Frequência de coleta | Texto | Periodicidade da realização das coletas de amostras |
| Latitude | Real | Coordenada geográfica de Latitude em graus decimais WGS1984 do local |
| Longitude | Real | Coordenada geográfica de Longitude em graus decimais WGS1984 do local |
| Altitude | Real | Altitude do local |
| Qualidade da água – físico-químicos | Hiperlink arquivo texto | Arquivo ASCII contendo os registros de parâmetros físico-químicos da água |
| Qualidade da água – biota | Hiperlink arquivo texto | Arquivo ASCII contendo os registros de parâmetros sobre ictiofauna e organismos bentônicos |
| Qualidade de sedimentos | Hiperlink arquivo texto | Arquivo ASCII contendo os registros de parâmetros sobre sedimentos em suspensão ou de fundo |

As varáveis monitoradas que compõem os arquivos texto de cada tipo de monitoramento estão listadas nas Tabelas 4 (qualidade da água - parâmetros físico-químicos), 5 (qualidade da água – biota e ictiofauna) e 6 (qualidade de sedimentos).

Tabela 4. Listagem das varáveis físico-químicas de qualidade da água nas bacias monitoradas nos diferentes biomas brasileiros.

| Variável | Unidade | Método de Análise ¹ |
|----------------------------------|------------|--------------------------------|
| Profundidade | m | Régua |
| Temperatura no campo | °C | SM |
| pH | - | SM e SMEWW 4500 H + B |
| Turbidez | NTU | SMEWW 2130 B |
| Condutividade elétrica | µS/cm | SM e SMEWW 2510 B |
| Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) | mg/L | SMEWW 2540 C |
| OD | mg/L | SM e SMEWW 4500-O |
| DBO | mg/L | SMEWW 5210-D |
| Nitrato (N-NO ₃) | mg/L | US EPA 300.0 |
| Nitrito (N-NO ₂) | mg/L | US EPA 300.0 |
| Amônia (N-NH ₄) | mg/L | US EPA 300.7 |
| Sódio | mg/L | US EPA 300.7 |
| Potássio | mg/L | US EPA 300.7 |
| Magnésio | mg/L | US EPA 300.7 |
| Cálcio | mg/L | US EPA 300.7 |
| Fluoreto | mg/L | US EPA 300.0 |
| Cloreto | mg/L | SMEWW 4500 B |
| Fosfato (P-PO ₄) | mg/L | US EPA 300.0 |
| Sulfato | mg/L | US EPA 300.0 |
| Clorofila a | µg/L | SMEWW 10200 I |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100 mL | SMEWW 9221 B |

¹SM - Sonda Multiparamétrica; SMEWW - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA (2005); US EPA - United States Protection Agency.

Tabela 5. Listagem das varáveis referentes à biota e ictiofauna para qualidade da água nas bacias monitoradas nos diferentes biomas brasileiros.

| Variável | Unidade | Método de Análise ¹ |
|-------------------------------------|--|---|
| Riqueza (S) | Número de táxons | Identificação taxonômica |
| Abundância (N) | Número de indivíduos totais | Identificação taxonômica, contagem |
| Abundância específica (n_i) | Abundância da espécie i , variando de $i = n$ | Identificação taxonômica, contagem |
| Densidade de espécies | S/m^2 | Derivado de S e área amostrada |
| Densidade total | N/m^2 | Derivado de N e área amostrada |
| Grupos funcionais (F) | Número de grupos funcionais | Identificação prévia de grupos funcionais |
| Índice de Margalef | Índice de riqueza | Derivado de n_i e S |
| Índice de Shannon da amostra | bits | derivado de n_i e N |
| Outros índices | Outros índices agregados | Variados |
| Biomassa da amostra (M) | Massa total amostrada | Pesagem da amostra |
| Biomassa específica (m_i) | Massa da espécie i , variando de $i = n$ | Derivado de m_i |
| Dominância por massa da espécie i | Porcentagem $(m_i/M) \times 100$ | Derivado de m_i e M |
| Número de táxons sensíveis | Número de táxons intolerantes | Identificação taxonômica |
| EPT | Número de táxons de Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera | Variados |

Tabela 6. Listagem das variáveis referentes à qualidade de sedimentos nas bacias monitoradas nos diferentes biomas brasileiros.

| Variável | Unidade | Método de Análise ¹ |
|--------------------------------------|---------|--------------------------------|
| Granulometria (areia, silte, argila) | % | Densímetro de Boyoucos |
| Carbono | µg/g | SMEWW 5310 |
| Nitrogênio | µg/g | SMEWW 4500 |
| Fósforo | µg/g | SMEWW 4500 |
| Matéria Orgânica | g/Kg | WB (colorimétrico) |
| Alumínio | µg/g | SMEWW 3111 |
| Cobre | µg/g | SMEWW 3111 |
| Mercúrio | µg/g | SMEWW 3111 |
| Manganês | µg/g | SMEWW 3111 |
| Ferro | µg/g | SMEWW 3111 |
| Cromo | µg/g | SMEWW 3111 |
| Níquel | µg/g | SMEWW 3111 |
| Cadmio | µg/g | SMEWW 3111 |
| Chumbo | µg/g | SMEWW 3111 |
| Zinco | µg/g | SMEWW 3111 |
| Agroquímicos | µg/g | SMEWW 6630B |

Bacias monitoradas no Projeto Componente 3 - AgroHidro

O monitoramento de pequenas bacias e bacias experimentais foi objeto de atividades no PC3 do Projeto MP1 Agrohidro. Este PC, intitulado Monitoramento e Caracterização Quali-quantitativa dos Recursos Hídricos e sua Relação com o Uso da Terra em Bacias Experimentais nos Diferentes Biomas Brasileiros, previu em seu Plano de Ação 2 – Sistematização de Dados e Caracterização dos Recursos Hídricos em Bacias Experimentais de Diferentes Biomas Brasileiros, a organização dos dados secundários e obtidos em atividades de monitoramento e caracterização em diferentes biomas brasileiros. Na Figura 2, está apresentada a localização das bacias estudadas.



Figura 2. Localização das bacias experimentais e pequenas bacias monitoradas no PC3 – MP1 Agrohidro.

Na Tabela 7, apresentam-se características das bacias monitoradas no Projeto Componente nos diferentes biomas brasileiros.

Tabela 7. Descrição das bacias experimentais e pequenas bacias monitoradas no Projeto Componente 3 nos diferentes biomas brasileiros.

| Bacia experimental | Bacia principal | Bioma | Estado | Unidade Responsável |
|---|-------------------|-------------------------|--------|------------------------------|
| Córrego Marinheiro | Rio São Francisco | Cerrado/Mata Atlântica | MG | Embrapa Milho e Sorgo |
| Ribeirão Canchim | Rio Paraná | Mata Atlântica Sul | SP | Embrapa Pecuária Sudeste |
| Guapi-Macacu | Baía de Guanabara | Mata Atlântica central | RJ | Embrapa Solos |
| Igarapés Cinquenta e Quatro, Sete e Pajeú | Rio Gurupi | Amazônia | PA | Embrapa Meio Ambiente |
| Rio Siriri | Rio Japaratuba | Mata Atlântica Nordeste | SE | Embrapa Tabuleiros Costeiros |
| Rio Jaguari | Rio Tietê | Mata Atlântica sudeste | MG/SP | Embrapa Meio Ambiente |

A seguir, são apresentados de forma resumida alguns elementos de caracterização e de informações de cada bacia que foram organizados segundo a estrutura metodológica proposta.

Bacia do Córrego Marinheiro – biomas Cerrado/ Mata Atlântica

A Bacia do Córrego Marinheiro pertence à Bacia do Ribeirão Jequitibá (Figura 3) que, por sua vez, pertence à Bacia do Rio das Velhas, um dos principais afluentes do Rio São Francisco. Está localizada entre as coordenadas 22°20'00" a 22°50'00" Sul e 42°30'00" a 43°10'00" Oeste, na região central do Estado de Minas Gerais, a cerca de 70 km ao norte de Belo Horizonte, na zona periurbana do município de Sete Lagoas, MG (Amaral et al, 2016).

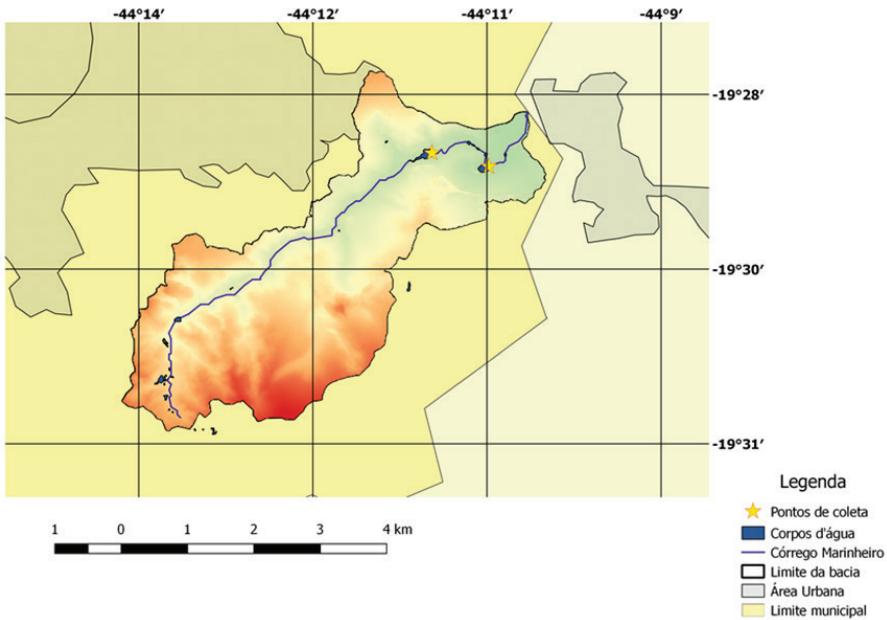


Figura 3. Limites geográficos da Bacia do Córrego Marinheiro com a altimetria destacada.
Fonte: Salis et al., 2016.

A geologia local é representada pelo Grupo Bambuí, Formação Sete Lagoas e Formação Serra de Santa Helena, sobrepostas ao embasamento gnáissico-migmatítico. O mapa pedológico da bacia apresenta uma grande variabilidade de solos, com a presença das classes dos Neossolos, Cambissolos, Chernossolos, Luvisolos, Gleissolos, Nitossolos, Argissolos e Latossolos (Amaral et al, 2016).

O clima regional predominante é o tropical de altitude (Cwb), com chuvas no verão. Na bacia há uma estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia. A cobertura vegetal nativa predominante é o Cerrado, e outros tipos vegetacionais encontrados na área são as Matas de Galeria e Ciliar com características de Floresta Estacional Semidecidual e Mata Seca (Floresta Decídua) sobre afloramento de calcário (Salis et al, 2016).

A bacia apresenta 14% de sua área utilizada para agricultura, 38% para pastagens, 40% com cobertura vegetal, 7% com solo exposto e o restante com corpos hídricos (Salis et al, 2016).

O levantamento do uso da terra foi avaliado por meio de classificação automática de uma imagem do satélite Ikonos 2. Foram executados os mapeamentos pedológico, geológico e geomorfológico em detalhe (1:25.000). Foram feitas medidas de parâmetros físico-hídricos dos principais solos da bacia (condutividade hidráulica saturada e retenção de água). Encontra-se em andamento a elaboração de um modelo hidrológico com base em um modelo digital de elevação hidrologicamente condicionado, a partir de produto do satélite TanDEM-X. As análises físico-químicas foram realizadas no período de um ano, de novembro de 2015 a novembro de 2016, e estão apresentadas de forma resumida na Tabela 8.

Tabela 8. Levantamento das características fisiográficas comuns presentes nas bacias monitoradas nos diferentes biomas brasileiros.

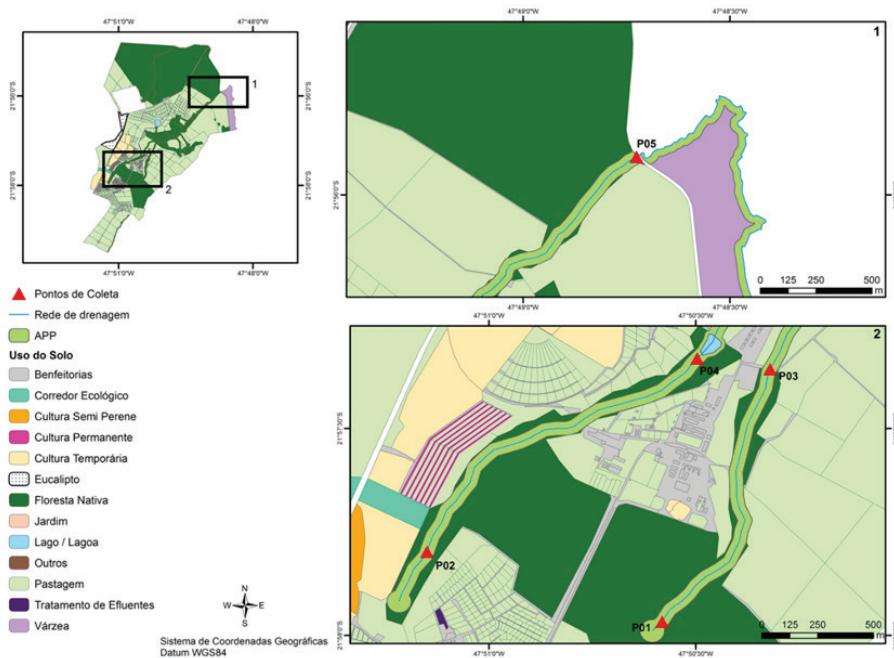
| Represa | Temperatura (°C) | pH | C.E. (mS/cm) | Turb. (NTU) | DO (mg/L) |
|--------------|------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| Baiana | 23,89 (2,91) | 7,78 (0,26) | 0,30 (0,03) | 11,87 (45,54) | 18,64 (5,55) |
| Sub. Estação | 23,05 (4,35) | 7,43 (1,10) | 0,28 (0,04) | 16,37 (44,71) | 14,19 (6,49) |

CE. condutividade elétrica, Turb. turbidez, DO oxigênio dissolvido.

Observa-se que há uma maior variação nos valores das variáveis turbidez (11,87 NTU e 16,37 NTU) e oxigênio dissolvido (18,64 mg/L e 14,19 mg/L) entre os dois locais de coleta, provavelmente resultado de processos de deposição de sedimentos em reservatórios e retorno desses à suspensão, bem como aumento de carga orgânica decorrente das atividades antrópicas existentes nessa porção da bacia.

Bacia do Ribeirão Canchim – bioma Mata Atlântica porção sul

A Microbacia do Ribeirão Canchim (Figura 4) está inserida na fazenda Canchim, base da Embrapa Pecuária do Sudeste, localizada no município de São Carlos, SP, entre as coordenadas geográficas 21°55' e 22°00' Sul, 47°48' e 47°52' Oeste, e entre as cotas altimétricas 690 m e 911 m, apresentando superfície de 1.465 ha (PRIMAVESI et al., 1999). A região de São Carlos pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, sendo o Ribeirão Canchim classificado



efetuado com base nas fontes de poluição difusas mais proeminentes na microbacia, quais sejam, uso de fertilizantes químicos em áreas agrícolas e sistemas de produção animal intensificados.

Na Tabela 9, apresentam-se as médias do período para cada parâmetro de qualidade da água monitorado. Comparando-se as médias dos parâmetros de qualidade da água com os valores máximos permitidos previstos na Resolução CONAMA 357/2005 para um rio de Classe 2 (BRASIL, 2005) somente o fósforo total apresentou média acima da concentração permitida (0,050 mg/L) no ponto P4. Esse ponto estava à jusante do P2, cujo valor médio foi igual ao limite permitido.

Tabela 9. Médias dos parâmetros de qualidade da água monitorados em cada ponto de coleta da Microbacia do Ribeirão Canchim.

| Parâmetro | Unidade | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Sólidos Totais | mg/L | 61,67 | 82,05 | 89,95 | 69,58 | 60,68 |
| Sólidos Diss. Totais | mg/L | 53,67 | 52,26 | 58,00 | 56,84 | 47,53 |
| Temperatura | 0C | 18,91 | 20,96 | 20,42 | 19,93 | 19,67 |
| pH | - | 6,41 | 5,79 | 6,31 | 6,47 | 6,25 |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | 11,19 | 9,55 | 5,24 | 7,37 | 10,39 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 1,72 | 3,23 | 4,07 | 4,07 | 1,75 |
| Nitrato (N-NO ₃ ⁻) | mg/L | 0,49 | 2,07 | 0,78 | 0,47 | 0,58 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,06 | 0,04 |
| Fosfato | mg/L | 0,11 | 0,14 | 0,13 | 0,17 | 0,11 |
| Carbono Orgânico | mg/L | 5,37 | 5,26 | 6,68 | 6,18 | 4,66 |
| Potássio | mg/L | 1,90 | 1,74 | 1,34 | 0,86 | 1,34 |

Conforme se observa na Figura 4, P2 estava localizado dentro de uma área de Mata Ciliar com mais de 30 m de largura. As possíveis hipóteses para a concentração de fósforo total ter sido elevada nele e contribuído para as concentrações no P4 são: escoamento subsuperficial, proveniente de uma área de pastejo intensivo e de uma área de plantio de milho onde ocorrem altos aportes de fertilizante químico, e/ou frequente presença de grande número de capivaras nas margens do curso d'água com consequente presença de fezes desses animais nas margens e no fundo do ribeirão. Tais hipóteses são sustentadas, também, pela média da concentração de nitrato ter sido a mais alta no P2 entre todos os pontos. Esses resultados indicam que, apesar de a legislação florestal ser cumprida na área do entorno do P2, isso por si só, talvez não seja suficiente para conservação da qualidade da água de acordo com os padrões legais. Outras práticas devem ser consideradas como: uso racional dos insumos na forma de fertilizantes, ajuste da lotação animal a capacidade de suporte da área e manejo da fauna silvestre.

Bacia do Rio Guapi-Macacu – bioma Mata Atlântica porção central

A Bacia Guapi-Macacu (BMGM) é uma sub-bacia a leste da Bacia da Baía de Guanabara, abrangendo os municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim e Itaboraí, no estado do Rio de Janeiro, no bioma Mata Atlântica (Figura 5). Está situada entre as coordenadas 22°20'00" a 22°50'00"S e 42°30'00" a 43°10'00"O, possuindo uma área de 126.000 hectares (PRADO et al., 2017).

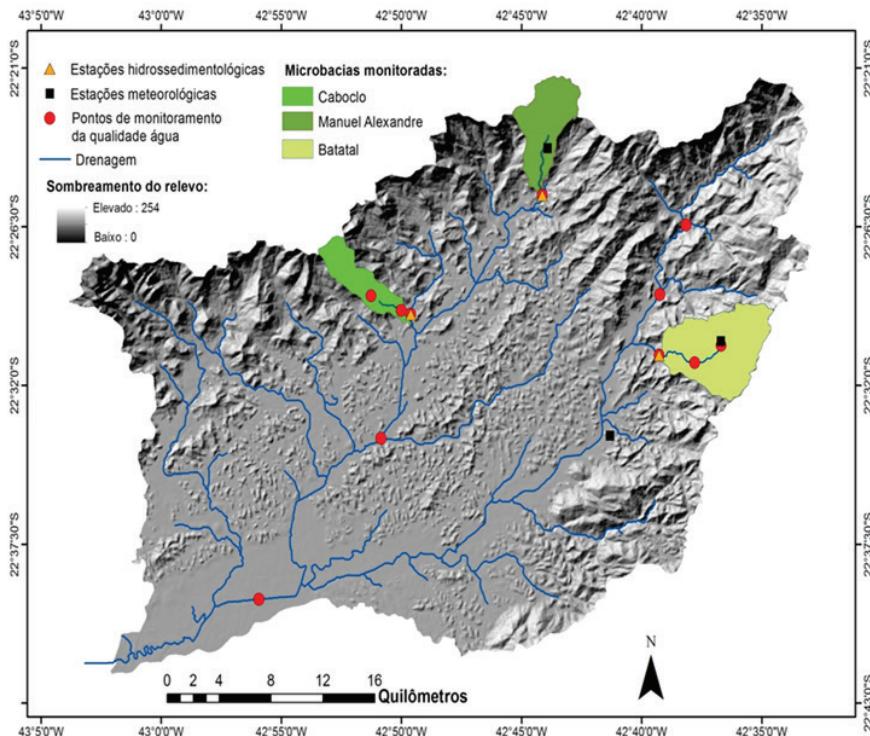


Figura 5. Localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água e estações hidrosedimentológicas e meteorológicas instaladas na Bacia Guapi-Macacu.
Fonte: Prado et al. (2017).

A bacia, segundo critério de Köppen (1948), apresenta um clima tropical do tipo Aw, ou seja, clima tropical, com inverno seco, com estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro, sendo julho o mês mais seco. A temperatura média anual estimada é de 21,4 °C. A amplitude térmica registrada varia de 8,0 °C a 9,8 °C. As maiores temperaturas médias do ar ocorrem no período de dezembro a fevereiro (GONÇALVES, 2014).

Seu relevo pertence à área de transição entre as escarpas e reversos da Serra do Mar e as planícies costeiras, apresentando altitudes máximas que chegam a 2000 m na Sub-bacia do Guapimirim e 1700 m na Sub-bacia do Macacu (Fidalgo et al., 2012). Trata-se da porção norte da Serra dos Órgãos.

Os solos predominantes são os Cambissolos nas áreas montanhosas, Latossolos nas planícies e Gleissolos nas várzeas, como consequência da inundação sazonal periódica (PENEDO et al., 2011).

Penedo et al. (2011) mencionam que a bacia pertence ao ecossistema denominado de Unidade Fitoecológica Floresta Ombrófila Densa. Possui fragmentos florestais ainda preservados, muitos localizados em unidades de conservação do Mosaico Central Fluminense de Mata Atlântica, o que favorece a produção de água. Seus recursos hídricos são ainda de boa qualidade, mas a remoção de vegetação ciliar, o uso inadequado das terras, a retificação e o assoreamento dos rios, a erosão, a expansão urbana, a falta de tratamento de esgotos sanitários e a instalação de indústrias vêm alterando a qualidade da água e a capacidade de armazenamento dessas bacias (HANSEL; PRADO, 2014).

Segundo Fidalgo et al. (2008), na bacia ocorre um predomínio de vegetação natural e áreas de pastagem, estando a vegetação natural concentrada nas partes mais altas, em fragmentos maiores e contínuos, e nas baixadas, recobrindo morros e morrotes sob a forma de fragmentos; enquanto as pastagens ocupam as baixadas e recobrem os morros. Estudos recentes desenvolvidos na área permitiram observar que não estão ocorrendo alterações significativas em termos de área nas classes de uso e cobertura da terra identificadas. Dentre as áreas antropizadas, predominavam as pastagens, aproximadamente 85%, seguidas pelas áreas agrícolas (10%) e urbanas (5%).

Por meio de parceria envolvendo a Embrapa e universidades da Alemanha para desenvolvimento do projeto Climate Change, Landscape Dynamics, Land use and Natural Resources in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro (DINARIO/ BmBf), de 2009 a 2012, foram realizados estudos de monitoramento de recursos hídricos na Bacia do Guapi-Macacu (PENEDO et al., 2011), e instalada uma rede de três estações hidrometeorológicas nas sub-bacias de Manuel Alexandre, Batatal e Caboclo, cujo uso e cobertura da terra eram representativos da bacia (PENEDO et al., 2016). O Modelo Digital de Elevação (MDE) foi derivado dos dados do IBGE e corrigido com informação da Missão Topográfica Radar Shuttle (FIDALGO et al., 2008). Nesse estudo foram obtidos dados primários de qualidade da água em 11 pontos,

monitorados ao longo da Bacia do Guapiaçu e do Macacu e dos 3 afluentes, com coletas bimestrais. Os pontos de amostragem foram selecionados com o objetivo de capturar a heterogeneidade da bacia, tentando representar os principais usos da terra e seus impactos no teor de nitrogênio na água. Os parâmetros analisados em campo com uma sonda multiparamétrica foram: temperatura, condutividade elétrica, pH, potencial REDOX e oxigênio dissolvido. A turbidez foi obtida com o uso de um turbidímetro. Foram determinadas no laboratório da Embrapa Solos, as concentrações de nitrato, nitrito, amônia, nitrogênio total, ortofosfato e fósforo total por meio de um espectrofotômetro UV-Vis, assim como de metais utilizando-se um Espectrômetro de Emissão Óptica por Plasma (ICP-OES), e ânions, a partir de um cromatógrafo de íons DIONEX. Os sólidos dissolvidos, suspensos e totais foram determinados pelo método gravimétrico.

A partir das séries históricas de chuva e vazão para bacia e dos dados primários de qualidade da água, foi aplicado o modelo J2000-S (FINK et al., 2007) para descrever os processos hidroquímicos observados na bacia e o comportamento das formas de nitrogênio na água (PENEDO et al., 2016)

Os resultados médios do monitoramento hidrológico e da qualidade da água na Microbacia Batatal, Bacia Guapi-Macacu, RJ estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Resultados médios do monitoramento hidrológico e da qualidade da água na Microbacia Batatal, Bacia Guapi-Macacu, RJ.

| Pontos | CE (mS/cm) | pH | Ca (mg/L) | Nitrato (mg/L) | Nitrito (mg/L) | Turbidez (NTU) |
|--------|------------|------|-----------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | 0,020 | 6,10 | 0,95 | 0,61 | - | 4,0 |
| 2 | 0,027 | 6,00 | 1,20 | 0,52 | - | 7,3 |
| 3 | 0,026 | 6,20 | 0,75 | 0,70 | 0,13 | 9,0 |
| 4 | 0,026 | 6,20 | 0,80 | 0,60 | 0,03 | 6,8 |
| 5 | 0,027 | 6,20 | 1,35 | 0,58 | - | 3,8 |
| 6 | 0,035 | 6,00 | 1,56 | 0,78 | 0,05 | 35,0 |
| 7 | 0,030 | 6,30 | 1,42 | 0,61 | - | 6,6 |
| 8 | 0,051 | 6,40 | 3,96 | 0,40 | - | 11,9 |
| 9 | 0,030 | 6,50 | 1,49 | 1,30 | 0,03 | 10,1 |
| 10 | 0,034 | 6,50 | 1,85 | 0,54 | - | 10,5 |
| 11 | 0,036 | 6,60 | 1,79 | 0,49 | 0,11 | 14,8 |
| 12 | 0,038 | 6,40 | 1,43 | 0,30 | - | 3,0 |

Durante a primeira etapa do monitoramento, a disponibilidade de dados de qualidade da água foi um grande desafio, pois na Bacia Guapi-Macacu a série histórica desses dados é limitada para a modelagem. Desta forma, o propósito da rede de monitoramento foi garantir uma distribuição espacial adequada da amostragem de forma a captar as variações relacionadas à heterogeneidade da bacia. Também foi importante a identificação das principais fontes de poluição que incluem o esgoto doméstico, seguida das fontes difusas relacionadas à agricultura. Esse esquema permitiu a validação espacial do modelo que mostrou resultados estatisticamente aceitáveis, significando que ele pode ser utilizado como ferramenta de gestão para avaliar cenários

futuros, tais como: mudanças no uso da terra, redução nas quantidades de fertilizantes utilizadas em agricultura, adequação ambiental e tratamento de esgotos sanitários (PENEDO et al., 2016).

Na segunda etapa do estudo, no âmbito do Projeto em Rede AgroHidro, o monitoramento da qualidade da água ficou restrito à Sub-bacia do Córrego Batatal (Tabela 10). A situação de poluição da água ainda não é considerada crítica quando se compara os resultados obtidos com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para a Classe 2. No entanto, é possível identificar a degradação da qualidade da água comparando-se os resultados dos pontos amostrados ao longo do rio (1 a 11 - sendo 1 localizado na parte mais elevada e 11 na parte mais baixa da microbacia) com os resultados do ponto de referência (ponto 12, com predomínio de vegetação natural e isento de fontes de poluição), principalmente quando se observa os parâmetros turbidez e condutividade elétrica. Os resultados tendem a piorar dos pontos de montante para jusante da microbacia, em função do uso e cobertura da terra (poluição difusa) e da presença de fontes pontuais de poluição, como esgotos domésticos (CASTRO et al., 2015).

Na Bacia Guapi-Macacu, estão ocorrendo diversas demandas e conflitos pelo uso da água. Portanto, é preciso dar uma atenção especial à coleta e ao tratamento do esgoto, que afetam consideravelmente a qualidade da água, introduzindo estruturas para a disposição adequada de resíduos sólidos no meio rural e nas áreas de concentração residencial. Esses investimentos são de extrema relevância, considerando-se o fato de a bacia abastecer aproximadamente dois milhões de habitantes, utilizando a captação de água do sistema Imunana Laranjal no exutório dos rios Guapiaçu-Macacu. Nesse ponto, concentram-se os resíduos advindos de toda a área de contribuição da bacia, refletindo os impactos das fontes pontuais e difusas de poluição. Como fator agravante da situação, há de se considerar que o sistema de tratamento da água para abastecimento possui uma capacidade suporte limitada. O manejo adequado do solo e a proteção de nascentes e matas ciliares nas propriedades rurais poderão influenciar na redução dos processos erosivos e contribuir para o aumento da disponibilidade hídrica e melhoria da qualidade da água na bacia hidrográfica (CASTRO et al., 2015).

Bacias dos Igarapés Cinquenta e Quatro, Sete e Pajeú – bioma Amazônia

As bacias estudadas encontram-se no município de Paragominas, estado do Pará, constituindo-se nas bacias dos igarapés Cinquenta e Quatro (13.698 ha), entre latitudes $02^{\circ}55'19''$ e $03^{\circ}04'22''S$ e longitudes $47^{\circ}22'35''$ e $47^{\circ}31'11''O$; Sete (16.143 ha), entre latitudes $03^{\circ}03'46''$ e $03^{\circ}16'46''S$ e longitudes $47^{\circ}16'16''$ e $47^{\circ}23'21''O$; e Pajeú (3.246 ha), entre as latitudes $03^{\circ}04'28''$ e $03^{\circ}10'41''S$ e as longitudes $47^{\circ}15'04''$ e $47^{\circ}17'22''O$, no sistema geográfico SIRGAS2000. Trata-se de contribuintes do Rio Uraim, importante tributário do Rio Gurupi, que deságua no Atlântico na divisa entre o Pará e o Maranhão (Figura 6).

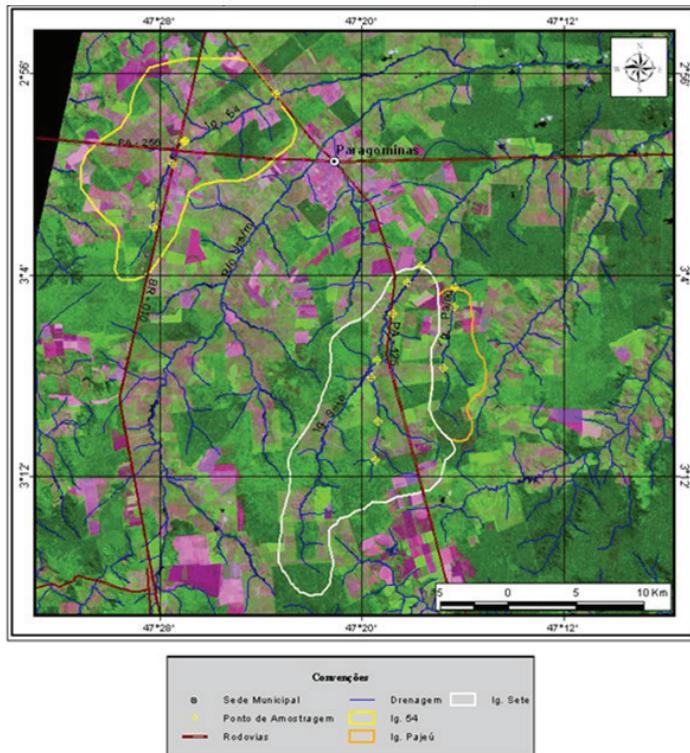


Figura 6. Localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água instalados nas bacias dos Igarapés Cinquenta e Quatro, Sete e Pajeú.

As formações Ipixuna e Barreiras definem uma geologia com predominância mineralógica da caulinita. Nas partes mais elevadas, ocorrem solos bastante intemperizados (Latossolos Amarelo), enquanto nas partes mais baixas os solos ainda mais ricos em argila (Plintossolos). O clima é tropical chuvoso (AW de Köppen), apresentando duas estações, uma seca e outra úmida. A vegetação caracterizada como Floresta Equatorial, devido à ação antrópica tem sido substituída por extensas Pastagens, vegetação secundária (Capoeiras) e cultivos agrícolas (FIGUEIREDO et al., 2010).

Nos anos de 2003 a 2005, foram monitoradas na água fluvial as seguintes variáveis hidrobiogeocímicas: vazão, turbidez, condutividade elétrica, pH, temperatura, oxigênio dissolvido, alcalinidade, carbono orgânico dissolvido, carbono inorgânico dissolvido, nitrogênio total dissolvido, nitrogênio orgânico dissolvido, amônio, nitrato, cloreto, sulfato, fosfato, cálcio, magnésio, potássio e sódio.

O desflorestamento está alterando a hidrobiogeocímica de pequenas bacias na Amazônia Oriental. Conforme pode ser observado na Tabela 11, na estação chuvosa valores maiores de condutividade, alcalinidade e turbidez indicam influência do escoamento superficial dos solos, com maiores variações sazonais nas bacias mais desflorestadas. O crescimento da taxa de conversão de floresta em pastagem aumentou a carga total de solutos nos igarapés. As concentrações de nitrato são altas em floresta e diminuem com a conversão para pastagem, mas aumentam com o estabelecimento do cultivo de grãos. Valores de temperatura, oxigênio dissolvido e pH aumentam com o desmatamento, enquanto os de sódio, cloreto e turbidez, com o cultivo de grãos. Turbidez, temperatura, pH e oxigênio dissolvido foram identificados como os parâmetros mais indicados para a detecção dos efeitos do uso da terra na qualidade da água fluvial nessa região estudada (TOMASELLA et al., 2009).

Tabela 11. Concentrações (medianas e interquartis) para a estações seca (julho a dezembro) e úmida (janeiro a junho) relativas a todos os pontos de amostragem no Igarapé Cincuenta e Quatro - IG54 (5 pontos), Igarapé do Sete - IG7 (7 pontos) e Igarapé Pajeú - IGP (3 pontos). Coleta de amostras realizadas mensalmente entre abril/2003 a outubro/2005.

| Variável | Unidade | IG54 | | IG7 | | IGP | |
|----------------------------------|-------------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|---------------|
| | | Seca | Úmida | Seca | Úmida | Seca | Úmida |
| Vazão | m ³ /L | 1,01 (0,44) | 1,46 (1,04) | 2,65 (0,75) | 2,56 (0,78) | 0,28 (0,08) | 0,36 (0,20) |
| Turbidez | FTU | 12 (32) | 45 (81) ** | 1 (2) | 9 (17) ** | 2 (6) | 9 (18) ** |
| Temperatura | °C | 28,7 (2,9) | 29,1 (2,7) * | 28,4 (2,2) | 29,1 (2,5) ** | 27,2 (1,8) | 27,9 (2,2) * |
| Oxigênio Dissolvido | % sat | 69,3 (42,2) | 55,4 (44,9) | 80,5 (25,0) | 65,2 (38,2) ** | 55,3 (33,8) | 57,9 (45,1) |
| Condutividade | µS/cm | 38,4 (10,1) | 38,0 (10,2) * | 32,3 (3,1) | 28,9 (4,6) ** | 36,6 (5,1) | 33,2 (4,6) ** |
| pH | | 5,41 (1,33) | 5,72 (0,82) * | 4,45 (0,51) | 4,44 (0,66) | 4,49 (0,39) | 4,59 (0,63) |
| Alcalinidade | µeq/L | 73 (117) | 196 (118) ** | 0,0 (14,5) | 0,0 (27) * | 0,0 (14,5) | 2,5 (36,5) * |
| Na ⁺ | µeq/L | 167 (140) | 107 (119) * | 148 (106) | 141 (107) | 173 (133) | 149 (163) |
| K ⁺ | µeq/L | 15,1 (86,9) | 36,1 (78,0) ** | 7,2 (8,1) | 10,2 (9,3) ** | 8,2 (7,4) | 7,4 (12,0) |
| Ca ²⁺ | µeq/L | 68,8 (41,9) | 76,3 (47,9) | 20,9 (31,4) | 42,4 (38,4) ** | 28,4 (39,4) | 29,9 (47,4) |
| Mg ²⁺ | µeq/L | 40,3 (70,7) | 70,7 (80,6) ** | 18,9 (28,4) | 26,7 (23,4) ** | 21,4 (27,1) | 20,6 (33,7) |
| NH ₄ ⁺ - N | µeq/L | 3,16 (8,1) | 9,0 (11,7) ** | 0,77 (4,9) | 7,2 (5,7) ** | 4,77 (8,49) | 5,44 (6,33) * |
| Cl- | µeq/L | 218 (169) | 118 (152) ** | 215 (145) | 194 (153) | 264 (207) | 180 (208) |

Continua...

Tabela 11. Continuação

| Variável | Unidade | IG54 | | IG7 | | IGP | |
|----------------------------------|---------|-------------|--------------|-------------|---------------|-------------|--------------|
| | | Seca | Úmida | Seca | Úmida | Seca | Úmida |
| SO ₄ ²⁻ | μeq/L | 11,3 (25,3) | 10,2 (12,9) | 7,4 (8,3) | 7,1 (8,4) | 4,8 (| 5,8 (9,2) |
| NO ₃ -N | μeq/L | 0,58 (1,88) | 0,7 (1,23)* | 0,07 (0,98) | 0,07 (1,29) | 0,07 (0,81) | 0,07 (1,10) |
| PO ₄ ³⁻ -P | μeq/L | 0,16 (0,0) | 0,16 (0,00)* | 0,16 (0,0) | 0,16 (0,0)* | 0,16 (0,0) | 0,16 (0,0)* |
| DON | μmol/L | 8,99 (15,9) | 22,1 (16,3) | 4,45 (6,20) | 7,37 (6,09)** | 4,06 (3,26) | 8,00 (20,5) |
| DOC | μmol/L | 104 (398) | 316 (229)* | 64,2 (44,7) | 94,2 (38,3)* | 70,0 (47,2) | 94,5 (49,1)* |

* = p < 0,05, ** = p < 0,01 na comparação entre estação seca e estação úmida em cada bacia.

Fonte: Embrapa Amazônia Oriental (2005).

Bacia do Rio Siriri – bioma Mata Atlântica porção nordeste

A Bacia Hidrográfica do Rio Siriri ($37^{\circ}12'52''\text{O}$, $10^{\circ}24'20''\text{S}$ e $36^{\circ}54'22''\text{O}$, $10^{\circ}45'44''\text{S}$, SIRGAS 2000) é uma das principais contribuintes do Rio Japaratuba, localizado no estado de Sergipe, na região Nordeste do Brasil, no bioma Mata Atlântica Nordeste (Figura 7).

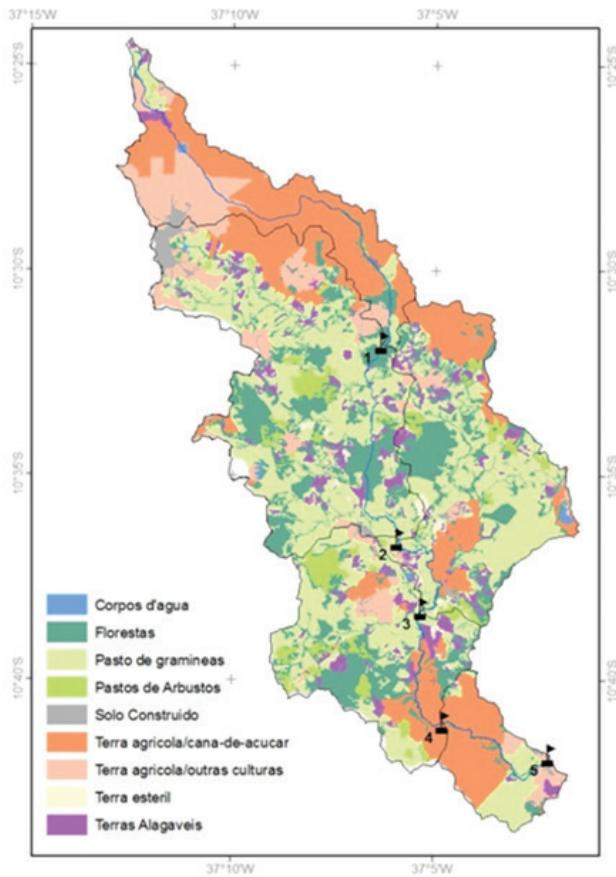


Figura 7. Uso e cobertura da terra e pontos de monitoramento na Bacia do Rio Siriri.

Sua área de drenagem é de 429 km², com temperatura média anual de 25 °C e precipitação anual média de 1.500 mm próximo à sua foz e cerca de 700 mm na sua porção extrema noroeste, com período chuvoso concentrado nos meses de maio a agosto (MELO NETO et al., 2013).

Os principais tipos de solos encontrados nessa bacia são os Latossolos, Neossolos, Vertissolos e Argissolos, esse último com maior cobertura. O uso da terra é caracterizado pela predominância de atividades agrícolas (pastagens e culturas agrícolas), presença de matas e áreas urbanas.

A Bacia do Rio Siriri vem apresentando, ao longo dos últimos 10 anos, alterações significativas na sua qualidade ambiental, principalmente no que se refere aos recursos hídricos, em que se observa a presença de erosão, assoreamento de leito, poluição hídrica e modificações nos regimes hidrológicos de seus rios (ARAGÃO et al., 2014). Tais impactos podem estar diretamente relacionados às intensas alterações no uso e cobertura da terra na bacia, com retiradas significativas de matas ciliares e substituição de áreas de pastagens por áreas agrícolas, além da baixa taxa de coleta de esgotos domésticos nos centros urbanos.

O monitoramento da qualidade da água na Bacia do Rio Siriri foi realizado em cinco pontos de coleta, visando abranger áreas com características distintas de uso da terra (Figura 7): o ponto P1 é caracterizado pela predominância do cultivo de cana-de-açúcar; o P2, pela presença de baixa densidade da cobertura vegetal e grandes áreas de pasto; no P3, ocorre baixa concentração de vegetação nativa, pastagem e terras alagáveis; o P4 apresenta-se inserido em área de cultivo de cana-de-açúcar; e o P5 localiza-se próximo a área urbana. As coletas mensais foram iniciadas em outubro de 2014 e finalizadas em setembro de 2015, totalizando 12 campanhas realizadas.

Dos pontos estudados, os pontos P2 e P5 apresentaram monitoramento constante de níveis de água e vazões pela Agência Nacional de Águas (estações Siriri e Rosário do Catete); já nos demais, foram efetuadas medições esporádicas.

As variáveis avaliadas no estudo foram:

- Qualitativas: temperatura da água (Temp), pH, condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), turbidez (Turb), nitrogênio total (NT),

fósforo total (PT), sólidos dissolvidos totais (SDT), clorofila-a (Clor-a) e coliformes termotolerantes (ColT).

- Quantitativas: nível d'água (Prof), total de área agrícola (AAGR), total de área de pastagem (APAS), altura de precipitação 1 dia antes da coleta (Pr1d), altura de precipitação 10 antes da coleta (Pr10d) e altura de precipitação 30 dias antes da coleta (Pr30d).

No momento da coleta, foram realizadas as medidas de Temp, pH, CE, OD, NO₃-N, Turb e SDT por meio de uma sonda multiparâmetro modelo Aquaread AP 2000. As amostras para análises físico-químicas e microbiológica foram coletadas em três recipientes (dois de polietileno e um de tipo âmbar), conservadas em gelo a 4 °C e transportadas ao laboratório para análises em menos de 24 horas. As variáveis relativas à qualidade da água foram analisadas no Laboratório de Análise de Água do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS), acreditado pela Norma NBR ISO 17025, segundo metodologias recomendadas por *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (RICE et al., 2012).

Para avaliar a qualidade ambiental das águas monitoradas foram utilizados os limites estabelecidos para diferentes classes de uso, pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) para os corpos hídricos de água doce no Brasil. Ressalte-se que o rio em estudo não se encontra ainda devidamente enquadrado; assim, optou-se por avaliar cada variável em função dos limites de todas as classes e indicar a classe a que atenderia.

Na Tabela 12 estão apresentados os valores médios dos parâmetros monitorados na Bacia do Rio Siriri.

Tabela 12. Médias dos parâmetros de qualidade da água monitorados em cada ponto de coleta da Bacia do Rio Siriri.

| Parâmetro | Unid. | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
|----------------------------|-----------------|---------|----------|---------|---------|---------|
| Temperatura | °C | 25,33 | 25,55 | 25,68 | 25,88 | 26,25 |
| pH | | 6,84 | 7,40 | 7,29 | 7,30 | 7,36 |
| Oxigênio Dissolvido | mg/L | 7,27 | 7,12 | 6,31 | 5,55 | 5,21 |
| Condutividade Elétrica | dS/m | 168,14 | 249,68 | 292,84 | 330,92 | 392,08 |
| Turbidez | mg/L | 3,90 | 11,13 | 19,03 | 19,03 | 23,08 |
| Sólidos Dissolvidos Totais | mg/L | 94,16 | 139,82 | 164 | 185,32 | 219,56 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 2,76 | 1,62 | 1,45 | 1,57 | 2,65 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,12 |
| Clorofila-a | µg/L | 3,37 | 18,82 | 7,49 | 10,16 | 26,94 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 mL | 6.538,3 | 31.172,7 | 7.524,7 | 4.035,0 | 288.666 |
| Profundidade | m | 0,78 | 0,71 | 0,42 | 1,55 | 0,50 |
| Precipitação 1 dia | mm | 0,99 | 0,66 | 0,46 | 0,63 | 0,59 |
| Precipitação 10 dias | mm | 22,83 | 14,61 | 9,11 | 9,61 | 7,61 |
| Precipitação 30 dias | mm | 59,38 | 39,34 | 26,00 | 29,28 | 24,76 |
| Área Culturas agrícolas | km ² | 39,75 | 60,84 | 76,65 | 87,96 | 101,79 |
| Área Pastagens | km ² | 2,78 | 53,75 | 87,58 | 114,95 | 120,57 |

Fonte: Laboratório de Análise de Água do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS) (2015).

A Bacia do Rio Siriri apresenta alguns parâmetros de qualidade com valores indicativos de impactos ambientais sobre suas águas (Tabela 12). O valor médio de oxigênio dissolvido (OD) para a bacia (6,29 mg/L) atendeu ao limite mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) para a Classe 1 ($OD \geq 6$ mg/L). Porém, os valores médios de oxigênio dissolvido na água dos pontos P4 (5,55 mg/L) e P5 (5,21 mg/L) encontraram-se abaixo daquele limite, mas atenderam ao limite mínimo estabelecido para a Classe 2 ($OD \geq 5$ mg/L), caracterizando-se como pontos críticos. Isso ocorreu provavelmente pela presença de compostos orgânicos originados pelo uso de fertilizantes nas áreas agrícolas (P4) ou pelo lançamento de esgoto doméstico no rio (P5). Quanto ao fósforo total (PT), verifica-se que o valor médio obtido foi 0,05 mg/L, indicando que, em relação a esse parâmetro, as águas do rio se enquadram na Classe 2 ($PT \leq 0,05$ mg/L). No entanto, observa-se que no ponto P5 foi registrada a maior concentração média (0,12 mg/L, ultrapassando o limite máximo permitível de fósforo total para a Classe 3 (0,075 mg/L). Assim, a água nesse ponto foi enquadrada na Classe 4 ($PT \geq 0,075$ mg/L), resultado provável dos lançamentos de efluentes da área urbana presentes nesse local de coleta e das variações de concentrações decorrentes da oscilação do nível d'água no rio. Os valores para a coliformes termotolerantes (ColT) indicam comprometimento das águas do Rio Siriri em todos os pontos monitorados, tendo em vista que os valores médios excedem os limites estabelecidos para todas as classes da resolução. O ponto mais crítico é P5 (em média $2,9 \times 10^5$ NMP/100 mL), provavelmente por estar localizado em zona urbana com a presença de lançamentos de esgoto in natura detectados em campo.

Bacia do Rio Jaguari – bioma Mata Atlântica porção sudeste

O trabalho referente ao PC3 do projeto AgroHidro foi realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguari (Minas Gerais e São Paulo). A área estudada da bacia abrange desde a cabeceira no sul de Minas Gerais até a foz de um de seus principais rios, o Camanducaia ou Rio da Guardinha no Rio Jaguari, no município de Jaguariúna, SP. Essa área da bacia compreende 336 603 hectares (3.366, 03 km²) segundo cálculos preliminares realizados juntamente com o uso e cobertura das terras (Figura 8).

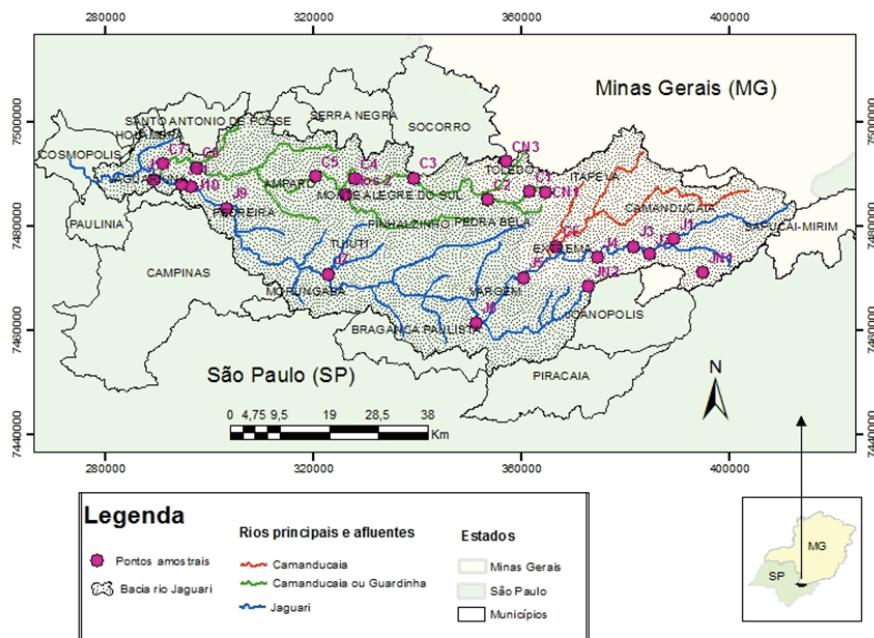


Figura 8. Mapa da Bacia do Rio Jaguari e seus principais afluentes. Destaca-se a localização das estações de amostragem (Pontos com a letra "J" referem-se ao Rio Jaguari, com a letra "C" referem-se ao Rio Camanducaia/Guardinha; com as letras JT e CT referem-se aos principais tributários dos rios Jaguari e Camanducaia e com as letras JN e CN referem-se a córregos de 1^a ordem em área de nascente nas bacias do Jaguari e Camanducaia, respectivamente. Fonte: Zuccari et al. (2017).

Os três principais rios da Bacia do Rio Jaguari são: o Rio Jaguari, o Rio Camanducaia Mineiro (MG) e o Rio Camanducaia ou Rio da Guardinha (com nascentes em MG e foz em SP no município de Jaguariúna).

Originalmente os dados de uso e cobertura das terras foram produzidos com base em imagem Landsat 8 em escala compatível com 1:150 000 segmentada em 10 classes de acordo com IBGE (2013) apud Zuccari et al. (2017): 1) vegetação natural florestal, 2) vegetação natural campestre, 3) lavoura temporária, 4) lavoura temporária: hortícolas e floríferas, 5) lavoura Permanente, 6) pastagem, 7) silvicultura, 8) influência urbana, 9) corpos d'água e 10) usos não identificados. Os dados preliminares de uso e cobertura das terras mostram que 34,5% da bacia está ocupada por pastagens, 27,4% de vegetação natural florestal, 12,7% para silvicultura ficando todos

os outros usos com menos de 8% cada. Os resultados preliminares para a Bacia do Rio Camanducaia ou Rio da Guardinha, segundo Zuccari et al. (2017) permitiram inferir que apesar de possuir áreas com uso urbano e industrial, ainda existe equilíbrio nos processos de aporte e degradação da matéria orgânica, na maior parte das estações amostradas.

Variáveis monitoradas:

- 1) Variáveis físico-químicas: oxigênio dissolvido – OD (mg/L) e Porcentagem de saturação do OD - %OD; pH; Temperatura do ar e da água (°C); Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e Potencial Redox (mV).
- 2) Variável biológica: Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L).
- 3) Variáveis biogeoquímicas: Nitrogênio orgânico dissolvido (NOD) e Nitrogênio Total (NT), carbono orgânico dissolvido (COD), carbono inorgânico dissolvido (CID), íons sódio, cálcio, potássio, magnésio, fluoreto, cloreto, brometo, fosfato, nitrito, nitrato, sulfato e amônio.

Foram 154 pontos visitados, georreferenciados e documentados com fotografias e quaisquer observações que pudessem ser úteis ao objetivo do estudo. Após minucioso exame desses pontos, foram escolhidos 23 como estações de amostragens para proceder o monitoramento. Entre esses pontos, 8 estão situados ao longo do Rio Camanducaia, 11 no Rio Jaguari; e 4 pontos em cursos d'água de primeira ordem, sendo que um drena área mais preservada no distrito de Monte Verde (Camanducaia, MG), um outro drena área com plantio florestal e de hortaliças, e os outros dois se situam no município de Extrema, MG em área onde está em curso há aproximadamente 20 anos um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) que vem restaurando matas e recuperando nascentes e Áreas de Proteção Permanentes (APPs).

A tabela 13 mostra as médias das variáveis físico-químicas referente às amostragens mensais entre janeiro de 2015 a dezembro de 2015 na Bacia do Rio Jaguari, ao longo de seus principais rios, nascentes e afluentes.

Tabela 13. Variáveis físicas-químicas das estações de amostragens ao longo do Rio Jaguari, do Rio Camanducaia ou Rio da Guardinha e afluentes, médias anuais de janeiro de 2015 a dezembro de 2015.

| Estações de amostragens | Variáveis físico-químicas | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------|
| | Temp Ar - Tar - | Temp água - Tag - | Oxigênio dissolvido - OD - | Saturação de OD - OD% - | Conduktividade Elétrica - CE - | Sólidos Totais dissolvidos- STD - | Valor pH |
| | (°C) | (°C) | (mg/L) | (%) | (μS/cm) | (mg/L) | |
| CN1 | 23,50 | 20,08 | 14,41 | 78,75 | 23,19 | 29,55 | 6,57 |
| C1 | 22,73 | 18,63 | 7,99 | 85,60 | 32,68 | 23,10 | 6,73 |
| C2 | 23,40 | 19,36 | 8,13 | 89,05 | 34,57 | 28,70 | 6,77 |
| C3 | 24,36 | 18,33 | 7,55 | 80,45 | 47,16 | 34,02 | 6,80 |
| C4 | 25,53 | 20,15 | 8,05 | 88,93 | 49,58 | 34,07 | 7,15 |
| C5 | 25,38 | 20,88 | 8,35 | 93,16 | 58,66 | 41,86 | 10,13 |
| C6 | 25,82 | 21,55 | 7,00 | 79,34 | 84,84 | 60,51 | 11,58 |
| C7 | 24,48 | 22,45 | 7,02 | 80,77 | 160,15 | 117,24 | 17,06 |
| C8 | 23,73 | 22,58 | 6,67 | 76,33 | 176,75 | 121,05 | 18,39 |
| CT | 25,52 | 20,83 | 8,22 | 92,80 | 86,20 | 62,21 | 11,98 |
| JN1 | 17,39 | 14,70 | 8,38 | 82,92 | 13,27 | 9,74 | 6,76 |
| J1 | 20,00 | 16,25 | 8,62 | 89,32 | 16,75 | 13,23 | 6,91 |
| J2 | 20,64 | 17,09 | 8,25 | 85,75 | 24,31 | 18,20 | 6,69 |
| J3 | 21,64 | 17,38 | 8,91 | 94,08 | 24,09 | 18,48 | 7,04 |
| J4 | 22,64 | 18,42 | 15,49 | 81,85 | 27,46 | 20,19 | 6,86 |
| J5 | 24,55 | 20,51 | 8,00 | 88,03 | 44,35 | 31,85 | 6,93 |
| J6 | 24,13 | 22,28 | 13,53 | 71,84 | 53,69 | 36,80 | 6,49 |
| J7 | 23,72 | 22,92 | 6,72 | 76,88 | 112,07 | 77,71 | 6,81 |
| J8 | 26,27 | 23,18 | 7,42 | 86,31 | 132,98 | 85,05 | 7,26 |
| J9 | 24,90 | 23,32 | 6,65 | 78,58 | 142,07 | 91,15 | 7,02 |
| J10 | 24,15 | 23,06 | 6,36 | 73,78 | 152,72 | 101,58 | 7,40 |
| J11 | 23,88 | 23,14 | 6,36 | 74,27 | 169,00 | 112,09 | 6,88 |
| JT | 23,36 | 19,53 | 7,97 | 87,32 | 51,08 | 37,10 | 6,98 |

Observa-se pela Tabela 13 uma redução na condição aeróbia dos cursos d'água à medida que se avança para jusante, resultados provavelmente associado às contribuições orgânicas de centros urbanos e poluição difusa proveniente de atividades agrícolas ao longo do percurso dos rios monitorados. Tal redução também foi acompanhada por aumentos nas concentrações de sais, indicado pela condutividade elétrica e também das concentrações de sólidos dissolvidos totais.

Considerações Finais

A estrutura metodológica proposta para a organização das informações levantadas e produzidas nas bacias em monitoramento mostrou-se simples e eficiente na gestão e acesso facilitado ao conteúdo das bases de dados geográficos ou não-geográficos, sendo passível de replicação em outras bacias, tendo em vista a utilização prioritária de arquivos de texto com manipulação facilitada bem como formatos abertos para sistemas de informação geográfica de livre acesso.

As bacias monitoradas no Projeto Componente 3 da Rede AgroHidro, Monitoramento e Caracterização Quali-quantitativa dos Recursos Hídricos e sua Relação com o uso da Terra em Bacias Experimentais nos Diferentes Biomas Brasileiros, permitiram a verificação da grande variabilidade nas informações necessárias de serem medidas nos diferentes biomas, considerando as alterações de uso e cobertura com suas diversas peculiaridades locais, provocando mudanças nas concentrações das variáveis em diferentes ordens de grandeza. Esses resultados ressaltam ainda a necessidade de monitoramentos cada vez mais contínuos e espacialmente dispersos, tendo em vista os curtos períodos de tempo entre as ações antrópicas na bacia e seu reflexo nos recursos hídricos.

Por fim, este Projeto Componente teve o grande mérito de superar as inúmeras dificuldades para concretizar o plano de instrumentalização de bacias afim de monitorá-las com a devida eficiência e sucesso. Outra superação relaciona-se a abrangência territorial da ação de pesquisa, cobrindo bacias experimentais distribuídas nos diferentes biomas brasileiros. Tais bacias em sua maioria continuam sendo monitoradas uma vez que o tema pesquisado só alcança maiores resultados com avaliações de longo prazo, e isso só é possível porque

o projeto proporcionou oportunidade para o fortalecimento das equipes de pesquisadores em recursos hídricos das diferentes unidades da Embrapa e de seus parceiros institucionais, de modo a relacionar o uso e manejo das terras, assim como as mudanças climáticas, com aspectos quali-quantitativos dos recursos hídricos.

Referências

AMARAL, J. R. do; COSTA, A. M. da; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, A. R. de. Condutividade hidráulica saturada em solos na Bacia do Córrego Marinheiro, Sete Lagoas - MG. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 20., 2016, Foz do Iguaçu. **O solo sob ameaça:** conexões necessárias ao manejo e conservação do solo e água: anais. Curitiba: SBCS; Londrina: IAPAR, 2016.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 21th. edn. American Public Health Association. Washington, DC. 2005.

ARAGÃO, R. de; CRUZ, M. A. S.; AMORIM, J. R. A. de; PANTALEÃO, S. de M.; MENDONÇA, L. C.; FIGUEIREDO, E. E. de. Avaliação da Influência do Uso do Solo sobre a Qualidade da Água do Rio Siriri-Sergipe. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 12., 2014, Natal. **Anais...** Natal: ABRH, 2014. 6 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357 de 17/03/2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63. Brasília, 2005.

BRASIL. **Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Seção 1, p. 470.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Bioma Caatinga.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomass/caatinga>>. Acesso em: 13 dez. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Bioma Mata Atlântica.**

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>> .

Acesso em: 13 dez. 2017.

CALDERANO FILHO, B.; SANTOS, H. G. dos; FONSECA, O. O. M. da; SANTOS, R. D. dos; PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C. Os **solos da Fazenda Canchim, Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, São Carlos, SP**: levantamento semidetalhado, propriedades e potenciais. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS/São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1998. 95 p. (EMBRAPA-CNPS. Boletim de Pesquisa,7) (EMBRAPA-CPPSE. Boletim de Pesquisa, 2).

CASTRO, L. F.; DIAS, N. H. L.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E; GONÇALVES, A. O. Avaliação da qualidade da água por unidade hidrográfica em função de fontes de poluição pontuais e difusas na microrregião Batatal, Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2015, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SBRH, 2015.

FIDALGO, E. C. C.; THOMPSON, D.; LIMA, E. de P.; GONCALVES, A. O.; SCHULER, A. E.; LAUREANO, I. C. M. **Estimativa da erosividade nas bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012. 35 p. il. color. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 205).

FIDALGO, E. C. C.; PEDREIRA, B. C. C. G.; ABREU, M. B.; MOURA, I. B.; GODOY, M. D. P. **Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Guapi-Macacu**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 31 p. (Embrapa Solos. Série Documentos, 105).

FIGUEIREDO, R. O.; MARKEWITZ, D.; DAVIDSON, E. A.; SCHULER, A. E.; WATRIN, O. S.; SILVA, P. S. Land-use effects on the chemical attributes of low-order streams in the eastern Amazon, **Journal of Geophysical Research**, v. 115, G04004, 2010.

FINK, M.; KRAUSE, P.; KRALISCH, S.; BENDE-MICHL, U.; FLÜGEL, W. A.. Development and application of the modelling system J2000-S for the EU-water framework directive. **Advances in Geosciences**, v. 11, p. 123-130, 2007.

GONÇALVES, A. O. Caracterização climática. In: PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; BONNET, A. **Monitoramento da revegetação do Comperj:** etapa inicial. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 65-84.

HANSEL, F.; PRADO, R. B. Água: um reflexo do ambiente de entorno. In: PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; BONNET, A. **Monitoramento da revegetação do Comperj:** etapa inicial. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 85-99.

KÖPPEN, W. **Climatología:** com um estúdio de los climas de la tierra. New Jersey: Climatology. Laboratory of Climatology, 1948. 104 p.

LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. (Org.). **Gestão sustentável dos recursos naturais:** uma abordagem participativa. Campina Grande: EDUEPB, 2013. 325 p.

MELO NETO, J. O.; CHAGAS, R. M.; MÉLLO, A. V. J. Delimitação de áreas potenciais de recarga subterrânea na bacia hidrográfica do rio Siriri, Sergipe. **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, p. 1-10. 2013.

OECD. **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**, OECD Publishing, Paris. 2015.

PENEDO, S.; KÜNNE, A.; PRADO, R. B., SCHULER, A. E.; RIBBE, L.; CASTRO, L. F. **Etapas metodológicas para a modelagem do nitrogênio na água na bacia Guapi-Macacu**, Rio de Janeiro (RJ). In: SEMINÁRIO DA REDE AGROHIDRO, 4., 2016, Brasília. Anais... Planaltina: Embrapa, 2016.

PENEDO, S.; KÜNNE, A.; PRADO, R. B.; SCHULER, A. E.; ROEHRIG, J.; RIBBE, L. Implementation of a Hydro-climatic Monitoring Network in the Guapi-Macacu River Basin in Rio de Janeiro, Brazil. In: XIVth IWRA WORLD WATER CONGRESS, 14., 2011, Porto de Galinhas. **Anais...** [Porto de Galinhas]: International Water Association, 2011. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/902436/1/PAP005976.pdf>>.

PRADO, R. B.; FIGUEIREDO, R. de O.; CRUZ, M. A. S.; PARRON, L. M.; FELIZZOLA, J. F.; FRITZSONS, E.; FIDALGO, E. C. C.; PEDREIRA, B. da C. C. G.; CRUZ, P. P. N. da. **Pesquisas sobre os impactos do uso**

e cobertura da terra nos recursos hídricos: caracterização, estado da arte, limitações e perspectivas futuras. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 93 p. il. color. (Embrapa Solos. Documentos, 193).

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C. P. A.; PEDROSO, A. F., CAMARGO, A. C. de; RASSINI, J. B.; ROCHA FILHO, J. da; OLIVEIRA, G. P. de; CORREA, L. de A.; ARMELIN, M. J. A.; VIEIRA, S. R.; DECHEN, S.

C. F. **Microbacia hidrográfica do Ribeirão Canchim:** um modelo real de laboratório ambiental. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1999. 133 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 5).

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; CLESCERI, L. S. (Ed.).

Standards methods for the examination of water and wastewater.

22th. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2012.

SALIS, H. H. C. de; COSTA, A. M. da; VIANA, J. H. M. Análise do uso e ocupação do solo nas APP de curso d'água da bacia do córrego Marinheiro por meio de NDVI aplicado em imagens Landsat 8 e Ikonos-II. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 22, p. 40-53, 2016. Edição Especial. II Simpósio Modelagem de Sistemas Ambientais e Gestão da Paisagem: Desafios e aplicações.

TOMASELLA, J.; NEILL, C.; FIGUEIREDO, R. O.; NOBRE, A. D. Water and Chemical Budgets at the Catchment Scale Including Nutrient Exports from Intact Forests and Disturbed Landscapes. In: AMAZONIA AND GLOBAL CHANGE: Geophysical Monograph Series. Washington: America Geophysical Union, 2009, v. 186.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo:McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

ZUCCARI, M. L.; FIGUEIREDO, R. de O.; TORRESAN, F. E.; LOEBMANN, D. G. dos S. W.; REIS, L. de C.; VIEIRA, J. J.; CONCEIÇÃO, M. P. C.; CRISTIANE, F. G. da C. Relação do uso e cobertura das terras e a qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Camanducaia, MG e SP. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS, 5., 2017, Botucatu. **Biomas brasileiros: conservação da biodiversidade solo, floresta e água.** Botucatu, SP: UNESP, 2017.



Tabuleiros Costeiros

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

