

# SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NA GESTÃO PÚBLICA

Organizadores  
Fabricia Benda de Oliveira  
Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira  
Alvaro Costa Figueiredo  
Rodson de Abreu Marques





**Organizadores**  
**Fabricia Benda de Oliveira**  
**Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira**  
**Alvaro Costa Figueiredo**  
**Rodson de Abreu Marques**

**Sistema de Informações Geográficas na Gestão Pública**

**1º Edição**

**ALEGRE - ES**  
**CAUFES**  
**2018**





CCJE – UFES

Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas – Universidade Federal do Espírito Santo

<http://www.ccje.ufes.br/>

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial Sul da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

S623 Sistema de informações geográficas na gestão pública [recurso eletrônico] / organizadores, Fabricia Benda de Oliveira ... [et al.]. Ilustração de Alvaro Costa Figueiredo. - Dados eletrônicos. Alegre, ES : CAUFES, 2018. 136 p. : il.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-54343-08-8

Modo de acesso: <<http://www.repositorio.ufes.br>

1. Geomorfologia. 2. Geotecnologias. 3. Geoprocessamento. I. Oliveira, Fabricia Benda de, 1978-.

CDU: 55

---

Os textos apresentados nessa edição são de inteira responsabilidade dos autores. Os organizadores não se responsabilizam pela revisão ortográfica e gramatical dos trabalhos apresentados.

**REITOR -UFES**  
**REINALDO CENTODUCATE**

**DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E DA SAÚDE – UFES**  
**NEUZA MARIA BRUNORO COSTA**

**ORGANIZADORES DESTA OBRA:**  
**FABRICIA BENDA DE OLIVEIRA**  
**CARLOS HENRIQUE RODRIGUES DE OLIVEIRA**  
**ALVARO COSTA FIGUEIREDO**  
**RODSON DE ABREU MARQUES**

## **APRESENTAÇÃO**

A produção deste trabalho é independente e surgiu da ideia e colaboração de professores e alunos do Programa de Pós-graduação em Gestão Pública da Universidade Federal do Espírito Santo.

Estão contidos neste livro nove trabalhos apresentados na forma de capítulos e que abrangem temas relacionados a Sistema de Informações Geográficas na Gestão Pública.

O material contido nesta obra servirá de auxílio para estudantes, professores e profissionais da área das geociências, geografia e na Gestão Pública em seus trabalhos e pesquisas, além de ser um veículo de divulgação de conhecimento obtido pela UFES pelo Programa de Pós-graduação em Gestão Pública.

## **LISTA DE ORGANIZADORES**

**Fabricia Benda de Oliveira**  
**Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira**  
**Alvaro Costa Figueiredo**  
**Rodson de Abreu Marques**

## **LISTA DE AUTORES**

**Abrahão Alexandre Alden Elesbon**  
**Alvaro Costa Figueiredo**  
**Aline Carvalho Machado Nunes**  
**Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho**  
**Benvindo Sirtoli Gardiman Junior**  
**Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira**  
**Eduardo Baudson Duarte**  
**Fabio Antonio Soares Lopes**  
**Fábio da Silveira Castro**  
**Fabricia Benda De Oliveira**  
**Iana Alexandra Alves Rufino**  
**Ítalo Severo Sans Inglez**  
**Jardel Lustoza Arpini**  
**José Maria de Sousa**  
**Josiléia Curty De Oliveira**  
**Julio Almeida Moreira**  
**Juscelino Alves Henriques**  
**Ledson Alexandre Silveira Sathler**  
**Lomanto Zogaib Neves**  
**Lorena Louzada da Silva**  
**Maiara Rodrigues Miranda**  
**Márcia Cristina de Oliveira Moura**  
**Marx Engel Martins**  
**Miquelina Aparecida Deina**  
**Pedro Henrique Freire Corrêa**  
**Reinaldo Baldotto Ribeiro Filho**  
**Renan Gon Ferreira**  
**Robson Santos Da Costa**  
**Rui de Oliveira**  
**Sarah Golzio dos Santos**  
**Simone Paiva De Araújo**

## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1</b> .....	<b>11</b>
<b>Geoprocessamento como ferramenta na localização dos estágios realizados pelos alunos dos cursos de graduação da Ufes – Campus Alegre</b> <i>Aline Carvalho Machado Nunes; Fabricia Benda de Oliveira; Robson Santos da Costa</i>	
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>21</b>
<b>Expansão Universitária: um Olhar Sobre o Crescimento Ocorrido ao Longo dos Anos</b> <i>Fabio Antonio Soares Lopes; Fabricia Benda de Oliveira</i>	
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>34</b>
<b>Análise Espacial da Estrutura Organizacional das Universidades Federais</b> <i>Josiléia Curty de Oliveira; Fabricia Benda de Oliveira</i>	
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>46</b>
<b>Competividade entre fornecedores da UFES utilizando Sistema de Informações Geográficas</b> <i>Pedro Henrique Freire Corrêa; Simone Paiva de Araújo; Fabricia Benda de Oliveira</i>	
<b>Capítulo 5</b> .....	<b>55</b>
<b>Análise da variação geomorfológica do delta associado à foz do Rio Doce (ES)</b> <i>Jardel Lustoza Arpini; Eduardo Baudson Duarte; Marx Engel Martins; Fabricia Benda de Oliveira; Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira</i>	
<b>Capítulo 6</b> .....	<b>66</b>
<b>Subsídios para atualização do plano de manejo do Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça visando à recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica utilizando Sistema de Informação Geográfica</b> <i>Fabricia Benda de Oliveira; Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira; Julio Almeida Moreira; Lorena Louzada da Silva; Maiara Rodrigues Miranda; Ledson Alexandre Silveira Sathler; Lomanto Zogaib Neves; Reinaldo Baldotto Ribeiro Filho</i>	
<b>Capítulo 7</b> .....	<b>78</b>
<b>Uso de Ferramentas do Geoprocessamento na Caracterização Morfométrica de Bacias Hidrográficas Visando Fornecer Informações para o Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos</b> <i>Renan Gon Ferreira; Fábio da Silveira Castro; Abrahão Alexandre Alden Elesbon; Márcia Cristina de Oliveira Moura; Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho; José Maria de Sousa</i>	
<b>Capítulo 8</b> .....	<b>96</b>
<b>Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB;</b> <i>Sarah Golzio dos Santos; Juscelino Alves Henriques; Rui de Oliveira; Iana Alexandra Alves Rufino</i>	
<b>Capítulo 9</b> .....	<b>123</b>
<b>Uso de Geotecnologias no Mapeamento da Pressão Antrópica no Rio Pardo (ES)</b> <i>Miquelina Aparecida Deina; Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira; Alvaro Costa Figueiredo; Lorena Louzada da Silva; Benvindo Sirtoli Gardiman Junior; Ítalo Severo Sans Inglez</i>	



## Capítulo 1

### **Geoprocessamento como ferramenta na localização dos estágios realizados pelos alunos dos cursos de graduação da Ufes – Campus Alegre**

Aline Carvalho Machado Nunes <sup>1</sup>  
Fabricia Benda de Oliveira <sup>1,2</sup>  
Robson Santos da Costa <sup>1</sup>

#### **1. Introdução**

O estágio é uma importante oportunidade para os alunos dos cursos de graduação, pois constitui um momento de aquisição e aprimoramento de conhecimentos e contribui para que o aluno vivencie a realidade do ambiente onde poderá atuar profissionalmente.

O crescimento pessoal e profissional que o estágio proporciona reflete na segurança com que os estudantes deixarão o curso de graduação para atuarem como profissionais, ou seja, para que essa transição de papéis ocorra de forma mais amadurecida (CRISTIANO DE LIMA et al., 2014).

Segundo a Lei nº 11.788/2008, que dispõe sobre o estágio de estudantes:

Estágio é ato educativo escolar supervisionado, desenvolvido no ambiente de trabalho, que visa à preparação para o trabalho produtivo de educandos que estejam frequentando o ensino regular em instituições de educação superior, de educação profissional, de ensino médio, da educação especial e dos anos finais do ensino fundamental, na modalidade profissional da educação de jovens e adultos (BRASIL, 2008).

O estágio supervisionado nos cursos de graduação pode estar inserido no Projeto Pedagógico do curso, além de integrar o itinerário formativo do aluno, e se apresenta em duas modalidades: obrigatório, caracterizado por disciplina a ser cumprida pelo aluno e requisito para obtenção do diploma, e não obrigatório, desenvolvido como atividade opcional.

Segundo De Souza Barros, Da Silva e Vásquez (2011), os principais benefícios do estágio são promover a contextualização dos temas trabalhados e a formação do pensamento crítico e reflexivo a respeito de questões científicas e sociais, e permitir que o estudante interprete e proponha soluções para os fenômenos biológicos e sociais de forma científica e crítica.

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Gestão Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre - ES

<sup>2</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal do Espírito Santo, CCENS, Alegre, ES

A Resolução nº 74/2010 (CEPE-UFES, 2010), que institui e regulamenta o Estágio Supervisionado Curricular nos cursos de graduação define que, “*o Estágio Supervisionado Curricular é um momento de aprendizagem..., de natureza articuladora entre ensino, pesquisa e extensão, objetivando capacitar o graduando para ação-reflexão-ação.*”

Vinculado à prática social e ao trabalho, o estágio é um mecanismo que atende às necessidades do sistema educacional e à demanda não só quantitativa, mas também qualitativa do mercado por profissionais competentes, promovendo a aproximação e o entrosamento entre escola, empresa, aluno e sociedade (MURARI; HELAL, 2010).

Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho é identificar os municípios onde os alunos dos cursos de graduação da Ufes – Campus Alegre atuaram como estagiários, no período de 1º de agosto de 2016 a 31 de julho de 2017, verificando assim se a maioria dos alunos consegue estagiar no Estado do Espírito Santo ou se faz necessário buscar oportunidades em outros estados. Os objetivos específicos propõem: a) Demonstrar o quantitativo de alunos, por curso, que realizaram estágio no período pesquisado; b) Identificar os cursos nos quais os locais de estágio são mais próximos à universidade e os que são mais distantes; c) Demonstrar a relação de estágios em instituições públicas e privadas.

### **3. Metodologia**

A presente pesquisa classifica-se como quantitativa, pois as informações colhidas demonstram numericamente a relação quantidade de alunos e locais de estágios. Possui caráter exploratório, uma vez que busca apresentar os locais de atuação dos alunos dos cursos de graduação da Ufes – Campus Alegre durante a realização do Estágio Supervisionado, apenas na modalidade obrigatório.

O Campus Alegre da Ufes possui dois centros e dezessete cursos de graduação distribuídos conforme a seguir: Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, ofertando sete cursos: Agronomia, Engenharia de Alimentos, Engenharia Florestal, Engenharia Industrial Madeireira, Engenharia Química, Medicina Veterinária e Zootecnia; e o Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde, ofertando quatro cursos de licenciatura: Ciências Biológicas, Física, Matemática e Química, e seis cursos de bacharelado: Ciências Biológicas Bacharelado, Ciência da Computação, Farmácia, Geologia, Nutrição, Sistemas de Informação.

O período da pesquisa foi definido em um ano, de 1º de agosto de 2016 a 31 de julho de 2017. Foram realizados levantamentos de dados junto ao sítio da PROGRAD/Ufes, através do “Sistema de controle de Estágios” em que foram disponibilizadas informações sobre o aluno, centro, curso, período do estágio, modalidade do estágio (obrigatório ou não obrigatório), nome da empresa e/ou instituição.

A partir dessas informações foram confeccionadas duas planilhas, uma para cada centro, constando, além dos dados já citados, o município e o estado onde os alunos realizaram o estágio durante o período estabelecido. Para identificar o município e o estado, foi feita uma consulta ao número do CNPJ (Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica) da empresa/instituição no sítio da Receita Federal.

Todos os cursos de graduação do CCAE-Ufes foram considerados para esta pesquisa, porém foram excluídos os quatro cursos de licenciatura do CCENS-Ufes (Ciências Biológicas, Física, Matemática e Química) devido à impossibilidade de identificação dos municípios onde



a grande maioria dos alunos realizou o estágio, estando registrado na planilha da Prograd apenas SEDU (Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo). Desta forma, foram considerados treze dos dezessete cursos do Campus para essa pesquisa.

No CCAE 186 alunos estagiaram no período de 1º de agosto de 2016 a 31 de julho de 2017, porém para esta pesquisa foram desconsiderados 9 estágios, por terem sido executados em instituição estadual, não sendo possível identificar o município de estágio desses nove alunos. Desta forma, para efeito contábil, foram analisados 177 estágios referentes a alunos deste centro.

No CCENS foram analisados todos os 158 estágios ocorridos no período pesquisado, sem desconsiderar nenhum aluno estagiário. A única desconsideração foi dos quatro cursos de licenciatura, também pelos dados informados na planilha da Prograd/Ufes informarem instituição estadual, não sendo possível identificar o município.

Após registro desses dados, além de gráficos e planilhas, foram confeccionados dois mapas, ambos em Sistema de Projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, identificando os locais de estágios dos alunos da Ufes – Campus Alegre em vários estados brasileiros.

### **3. Resultados e Discussão**

De acordo com Inep/MEC (2015) citado por ABRES (2016), no último Censo da Educação Básica de 2015 havia no Brasil 8.027.297 alunos matriculados no ensino superior. Desses, 6.633.545 eram de cursos presenciais e 1.393.752 de educação à distância. Desses 8.027.297 alunos matriculados, apenas 740.000 estagiaram, o que equivale a 9,2 %. Grande parte dos alunos não conclui ou abandona o curso provavelmente por falta de condições financeiras. Esses números provam a importância do estágio, pois ele contribui para auxiliar o futuro profissional a custear seu curso, já que os estágios podem ser remunerados, principalmente os não obrigatórios, que precisam ter contrapartida da instituição/empresa que o oferta. Afinal, para estagiar, o jovem obrigatoriamente deve estar regularmente matriculado.

Além da importância dos alunos vivenciarem responsabilidades e compromissos de sua função, o estágio propicia também ao aluno conhecer sua área de atuação e rotina profissional, o que pode ser entendido como uma forma de inclusão no mundo do trabalho (DE SOUZA; AMORIM; DE BARROS SILVA, 2012).

No período de 1º de agosto de 2016 a 31 de julho de 2017 houve 335 alunos de treze cursos de graduação da Ufes – Campus Alegre, atuando como estagiários em diversos estados brasileiros, distribuídos por curso conforme Figura 01.

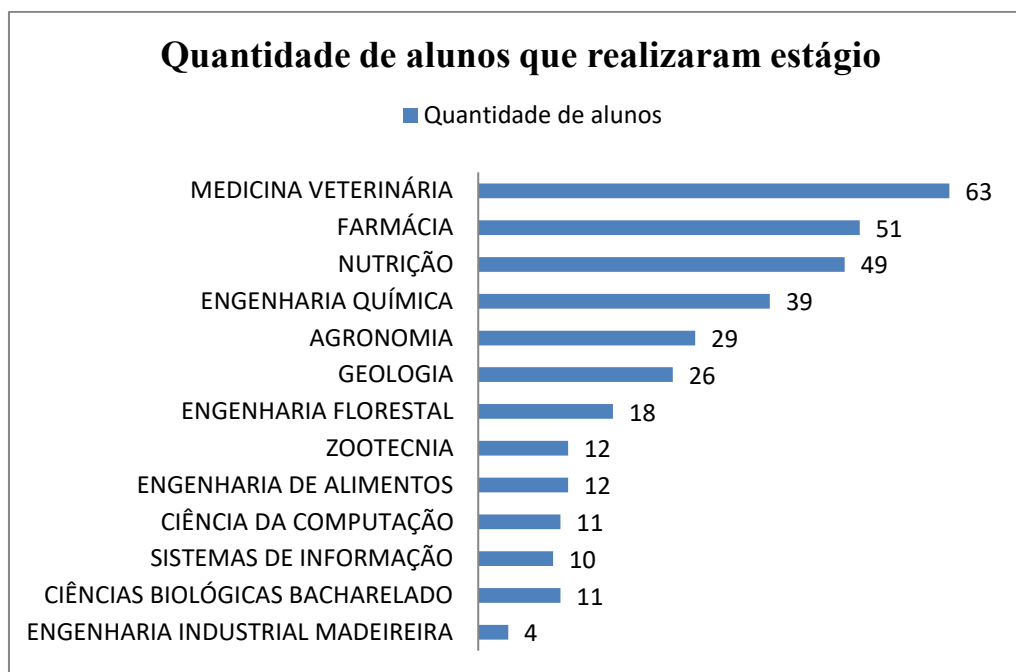


Figura 01. Quantidade de alunos, por curso, que realizaram estágio no período pesquisado.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 02 mostra que a maioria dos alunos da Ufes – Campus de Alegre atuaram como estagiários em instituições privadas. Separando por Centro, foram 68 % e 57 % alunos do CCAE e do CCENS, respectivamente, estagiando em instituições privadas em todo o Brasil no período pesquisado.

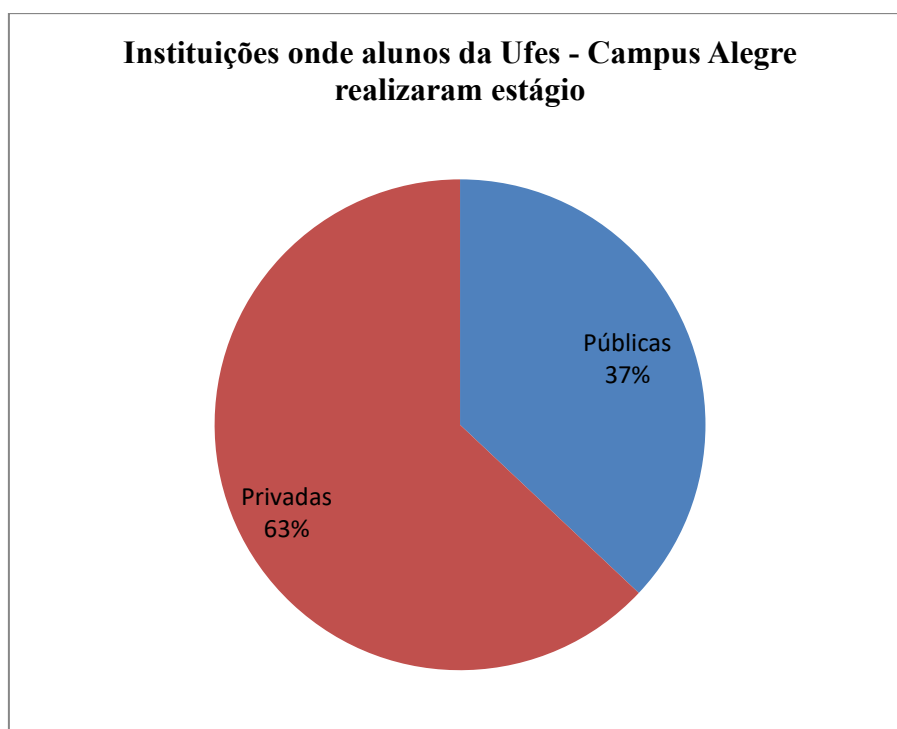


Figura 02. Tipo de instituição onde alunos da Ufes – Campus Alegre realizaram estágio.  
Fonte: Elaborados pelos autores.

Tabela 01. Porcentagem de estágios ocorridos no Estado do Espírito Santo.

ESTÁGIOS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO				
CURSO	ESTÁGIOS	NO ES	DEMAIS LOCAIS	% NO ES
AGRONOMIA	29	23	6	79,31
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO	11	7	4	63,64
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	11	11	0	100,00
ENGENHARIA DE ALIMENTOS	12	7	5	58,33
ENGENHARIA FLORESTAL	18	13	5	72,22
ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA	4	4	0	100,00
ENGENHARIA QUÍMICA	39	31	8	79,49
FARMÁCIA	51	51	0	100,00
GEOLOGIA	26	12	14	46,15
MEDICINA VETERINÁRIA	63	33	30	52,38
NUTRIÇÃO	49	45	4	91,84
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	10	10	0	100,00
ZOOTECNIA	12	12	0	100,00

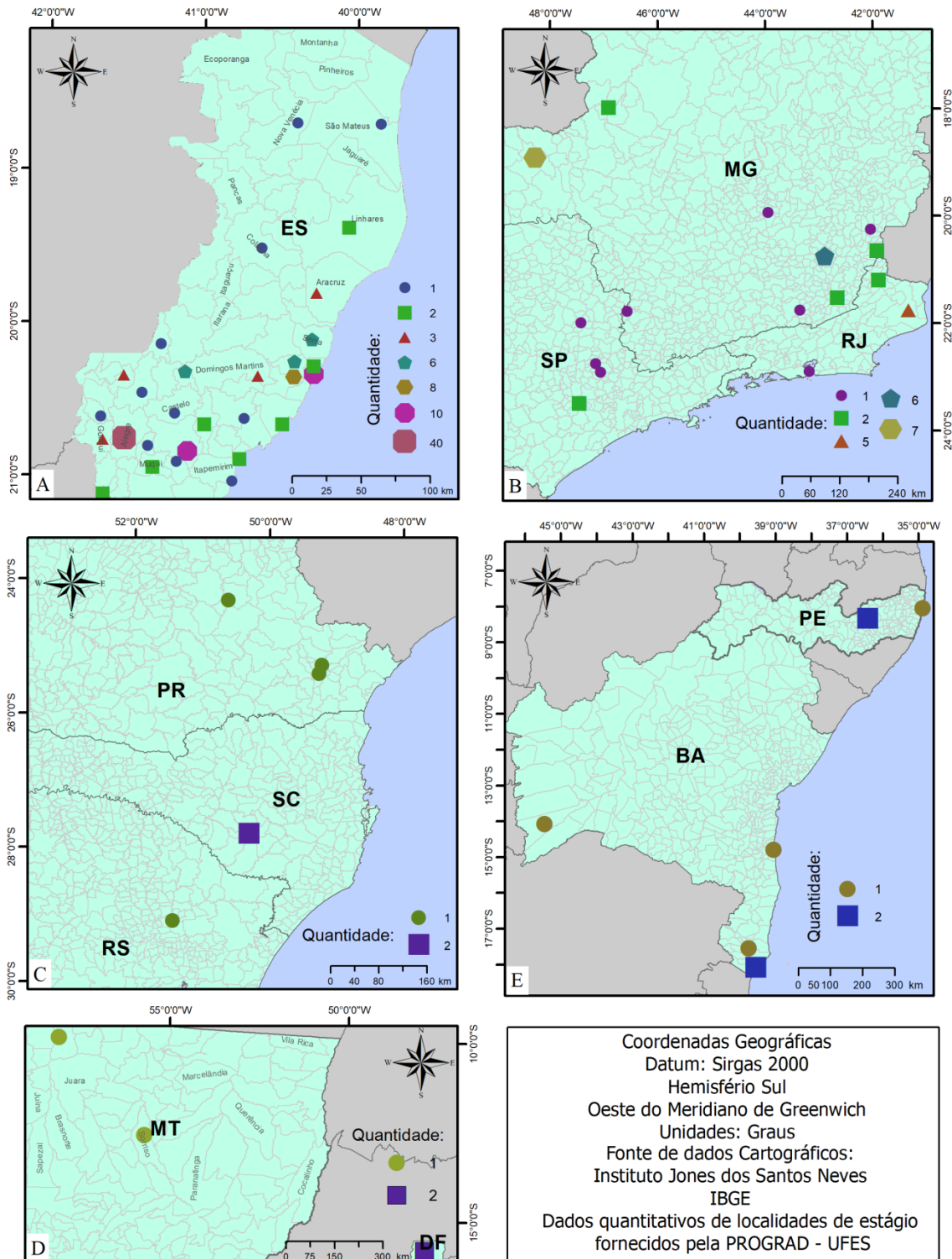
Fonte: Elaborado pelos autores.

A pesquisa mostra que a maioria dos alunos dos cursos da Ufes - Campus Alegre encontraram oportunidade de estágio no próprio estado onde está localizada a Universidade, já que dos 335 estágios analisados, 259 ocorreram no Espírito Santo e 76 nos demais estados brasileiros, conforme Tabela 01.

Nota-se o curso de Geologia CCENS- Ufes é o curso que apresenta maior dificuldade para os alunos atuarem como estagiários em municípios próximos à Universidade, visto que mais de 50% dos alunos precisam buscar empresas fora do estado do Espírito Santo para estagiarem, o que impossibilita a execução do estágio concomitante com alguma disciplina que porventura o aluno ainda precise fazer ou qualquer outra atividade na Universidade.

O mapa da Figura 03 mostra a localização dos estágios realizados por alunos dos cursos do CCAE- Ufes no período de 1º de agosto de 2016 a 31 de julho de 2017.

**Locais de Estágio dos Alunos de Graduação da UFES - CCAE - ALEGRE, ES**



**Legenda da Figura 3:**

**A: Quantidade de estágios por município no Espírito Santo:** 40 em Alegre; 1 em Alfredo Chaves; 3 em Aracruz; 1 em Atílio Vivacqua; 2 em Bom Jesus do Norte; 1 em Brejetuba; 10 em Cachoeiro de Itapemirim; 6 em Cariacica; 1 em Castelo; 1 em Colatina; 1 em Divino de São Lourenço; 3 em Domingos Martins; 3 em Guaçu; 2 em Guarapari; 2 em Itapemirim; 3 em Inua; 1 em Jerônimo Monteiro; 2 em Linhares; 1 em Marataízes; 1 em Muniz Freire; 2 em Muqui; 1 em Nova Venécia; 1 em São Mateus; 6 na Serra; 2 em Vargem Alta; 6 em Venda Nova do Imigrante; 8 em Viana; 10 em Vila Velha e 2 em Vitória.

**B: Quantidade de estágios por município nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo:** 1 em Belo Horizonte/MG; 2 em Espera Feliz/MG; 1 em Juiz de Fora/MG; 2 em Leopoldina/MG; 1 em Manhuaçu/MG; 1 em Poços de Caldas/MG; 7 em Uberlândia/MG; 2 em Vazante/MG; 6 em Viçosa/MG; 5 em Campos dos Goytacazes/RJ; 2 em Itaperuna/RJ; 1 no Rio de Janeiro/RJ; 1 em Campinas/SP; 1 em Paulínia/SP; 1 em Pirassununga/SP; 2 em Sorocaba/SP.

**C: Quantidade de estágios por município nos estados de Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul:** 1 em Curitiba/PR; 1 em Colombo/PR; 1 em Telemaco Borba/PR; 2 em Lages/SC; 1 em Pinto Bandeira/RS.

**D: Quantidade de estágios por município no estado de Mato Grosso e no Distrito Federal:** 1 em Nova Bandeirantes/MT; 1 em Sorriso/MT; 2 em Brasília/DF.

**E: Quantidade de estágios por município nos estados da Bahia e Pernambuco:** 1 Ilhéus/BA; 1 em Jaborandi/BA; 2 em Mucuri/BA; 1 em Teixeira de Freitas/BA; 2 em Belo Jardim/PE; 1 em Recife/PE.

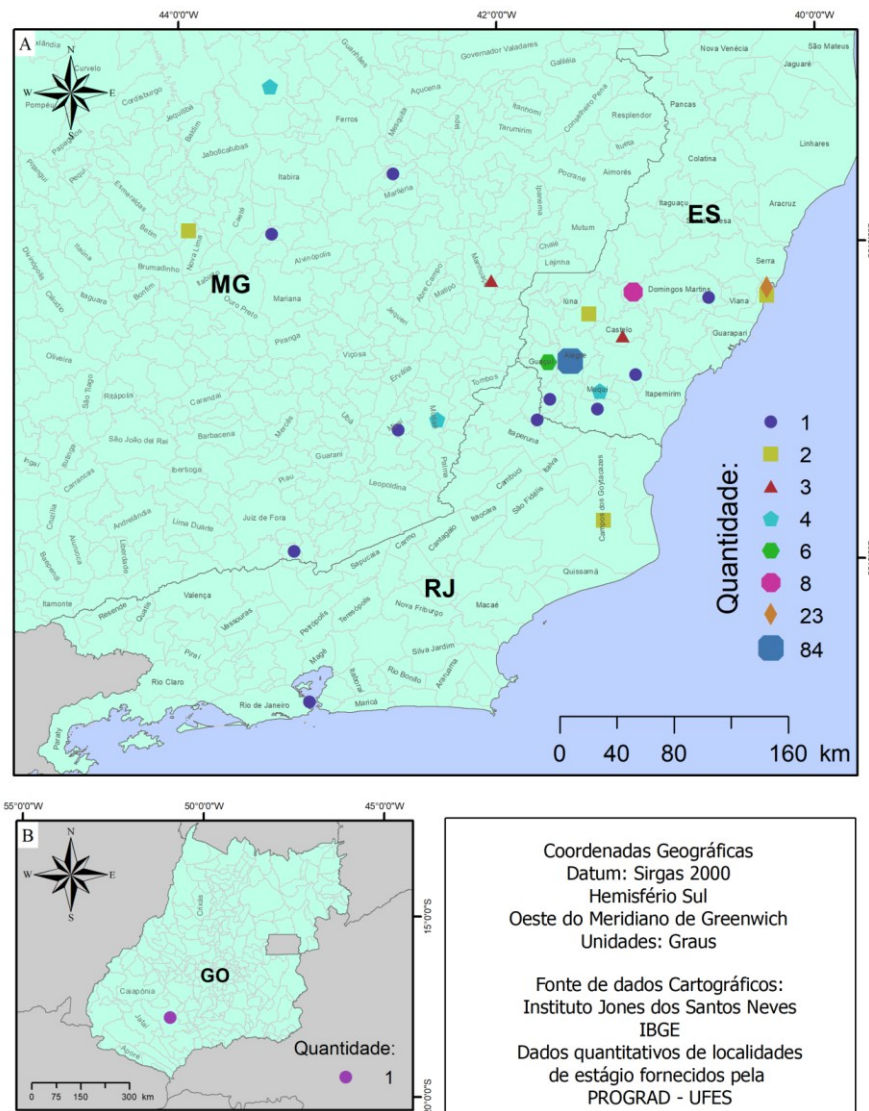
Dos 177 estágios realizados por alunos dos cursos do CCAE- Ufes em todo o Brasil, 123, ou seja, 69,49 % foram no estado do Espírito Santo, sendo 32,52% no município de Alegre, o que representa uma quantidade considerável de oportunidade de atuação para esses alunos próximo à Universidade.

A maioria dos cursos do CCAE- Ufes é de natureza agrária e, segundo De Souza (2012), a agricultura e a pecuária têm valiosa importância para o desenvolvimento econômico do Brasil, pois envolve desde os pequenos aos grandes produtores rurais. E destaca-se também que o progresso do agronegócio contribuiu muito para as grandes inovações tecnológicas, fazendo com que as pessoas procurem estar mais capacitadas para se inserirem no mercado de trabalho e atenderem a essas novas exigências, daí a importância do estágio para cursos dessa área.

Assim, o estágio pode ser visto como uma ferramenta de treinamento para o futuro profissional onde o aluno vivencia experiências com profissionais da área e tem a oportunidade de participar de cursos e treinamentos específicos, fazendo com que acrescente positivamente à sua formação profissional.

O mapa da Figura 04 mostra a localização dos estágios realizados por alunos de treze cursos do CCENS-Ufes no período de 1º de agosto de 2016 a 31 de julho de 2017.

**Locais de Estágio dos Alunos de Graduação da UFES - CCENS - ALEGRE, ES**



**Legenda da Figura 4:**

**A: Quantidade de estágios por município nos estados de Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro:** 84 em Alegre/ES; 1 em Cachoeiro de Itapemirim/ES; 3 em Castelo/ES; 6 em Guaçuai/ES; 1 em Domingos Martins/ES; 1 em Mimoso do Sul/ES; 2 em Muniz Freire/ES; 4 em Muqui/ES; 1 em São José do Calçado/ES; 8 em Venda Nova do Imigrante; 2 em Vila Velha; 23 em Vitória/ES; 2 em Belo Horizonte/MG; 4 Conceição do Mato Dentro/MG; 3 em Manhuaçu/MG; 1 em Mirai/MG; 4 em Muriaé/MG; 1 em Santa Bárbara/MG; 1 em Simão Pereira/MG; 1 em Timóteo/MG; 1 em Bom Jesus do Itabapoana/RJ; 1 em Campos dos Goytacazes/RJ; 2 no Rio de Janeiro/RJ.

**B: Quantidade de estágios por município no estado de Goiás:** 1 em Rio Verde/GO.

Dos 158 estágios realizados por alunos dos cursos do CCENS-Ufes em todo o Brasil, 136 foram no estado do Espírito Santo e, desses, 84 no município de Alegre, o que significa que 53 % dos alunos tiveram oportunidade de estagiar no mesmo município onde estudam.

#### 4. Conclusões

Dos 335 estágios de alunos dos cursos de graduação da Ufes – Campus Alegre analisados nesta pesquisa, 77 % foram dentro do estado do Espírito Santo, o que demonstra que poucos alunos precisam procurar instituições ou empresas em outros estados do país, sendo o curso de Geologia o que mais demanda essa procura.

Com exceção do curso de Geologia, os demais cursos do CCENS-Ufes considerados nessa pesquisa propiciam que quase todos os alunos consigam estágio no próprio estado onde estudam (93,9 %). No CCAE-Ufes, embora numa escala menor (69,4 %), a maioria dos alunos também atuam como estagiários no Espírito Santo.

Constatou-se que o segundo estado onde os alunos encontram mais oportunidade de estágio é Minas Gerais, seguido de Rio de Janeiro e São Paulo. Mas, no período pesquisado, os alunos da Ufes – Campus Alegre também estagiaram nos estados da Bahia, Paraná, Rio Grande do sul, Mato Grosso, Distrito Federal e Pernambuco, de acordo com as especificidade de cada curso, as oportunidades ofertadas e o interesse de atuação profissional dos alunos.

O estágio supervisionado em cursos de graduação é de relevante importância para a formação acadêmica do aluno, para a experiência profissional e, muitas vezes, uma oportunidade de emprego após a conclusão do curso. Nota-se que os alunos procuram oportunidade de estágio próximo à Universidade e a maioria obtém êxito nessa procura, porém, de acordo com a especificidade do curso e/ou interesse particular do aluno busca-se, em alguns casos, oportunidade em outros estados.

#### 5. Referências

ABRES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTÁGIOS. Estatísticas. Disponível em <<http://www.abres.org.br/v01/dados-estagiarios-estudantes-no-brasil/>>. Acesso em: 22 ago. 2017.

BRASIL, Lei Nº. 11.788, de 25 de setembro de 2008. **Dispõe sobre o estágio de estudantes.** Brasília, DF, set 2008. Acesso em 08 ago 2017. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/111788.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111788.htm)>. Acesso em 04 ago 2017.

CEPE-UFES - CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. Institui e regulamenta o estágio supervisionado curricular nos cursos de graduação da UFES. Resolução nº 74, de 14 de dezembro de 2010. Acesso em 08 ago 2017. Disponível em <<http://www.daocs.Ufes.br/resolu%C3%A7%C3%A3o-n%C2%BA-742010-cepe>>

CRISTIANO DE LIMA, T.; CONSORTI PAIXÃO, F. R.; CRISTINA CÂNDIDO, E.; GOMES CAMPOS, C. J.; FILOMENA CEOLIM, M. Estágio curricular supervisionado: análise da experiência discente. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 67, n. 1, 2014.

Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/173a6847e359bc6810521489202dcf8b/1?pq-origsite=gscholar&cbl=986339>. Acesso em: 04 ago. 2017.

DE SOUZA BARROS, J. D.; DA SILVA, M. de F. P.; VÁSQUEZ, S. F.. A prática docente mediada pelo estágio supervisionado. **Atos de pesquisa em Educação**, v. 6, n. 2, p. 510-520, 2011. Disponível em: <http://gorila.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/1661>. Acesso em 04 ago 2017.

DE SOUZA, V. L. P.; AMORIM, T. N. G. F.; DE BARROS SILVA, Ladjane. O estágio: ferramenta fundamental para a inserção no mercado de trabalho?. **RACE-Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, v. 10, n. 2, p. 269-294, 2012. Disponível em: <https://editora.unoesc.edu.br/index.php/race/article/view/1725>. Acesso em: 22 ago. 2017.

MURARI, J. de M. F.; HELAL, D. H. O estágio e a formação de competências profissionais em estudantes de Administração. **Gestão & Planejamento**, v. 10, n. 2, 2010. Acesso em 20 ago 2017. Disponível em <http://www.revistas.unifacs.br/index.php/rgb/article/view/787>



## Capítulo 2

### **Expansão Universitária: um Olhar Sobre o Crescimento Ocorrido ao Longo dos Anos**

Fabio Antonio Soares Lopes<sup>1</sup>  
Fabricia Benda de Oliveira<sup>1,2</sup>

#### **1. Introdução**

As universidades são responsáveis por lançar no mercado de trabalho milhares de profissionais todos os anos. O papel dessas instituições é essencial para o desenvolvimento pleno de uma sociedade, daí deriva-se a importância de se ter um funcionamento adequado e com uma gestão eficiente.

Devido ao protagonismo que essas instituições desempenham na sociedade, as mesmas, são constantemente alvos de investimentos e intervenções por parte do governo com o objetivo de ampliá-las e disponibilizar aos discentes uma formação adequada. Para Morhy (2003) as universidades se reinventaram várias vezes ao longo de sua existência, sendo que em alguns casos as mudanças ocorreram de forma drástica e outras de maneira mais branda.

A última grande guinada ocorrida nas universidades federais do Brasil foi a expansão feita através do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) – Decreto nº 6.096, de 24/04/2007 – que nasceu “com o objetivo de criar condições para a ampliação do acesso e permanência na educação superior, no nível de graduação, pelo melhor aproveitamento da estrutura física e de recursos humanos existentes nas universidades federais” (BRASIL, 2007).

Através desse programa vários investimentos foram feitos com o intuito de ampliar a oferta de vagas e solidificar ainda mais a presença dessas instituições na sociedade. Com o recurso liberado foram feitas obras de melhorias e ampliação das

instalações físicas das unidades beneficiadas, além de permitir a aquisição de produtos e equipamentos que tem por objetivo dar suporte à base de pesquisa da instituição.

Com o processo de expansão em questão, as universidades atingiram seu ápice, principalmente as unidades localizadas no interior. Assim faz-se interessante conhecer como se deu o desenvolvimento do espaço físico de uma dessas instituições ao longo do tempo e dessa forma entender o seu processo de interiorização. Então o objetivo desse trabalho foi averiguar

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Gestão Pública, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre - ES

<sup>2</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal do Espírito Santo, CCENS, Alegre - ES

o histórico de desenvolvimento da área territorial e predial de um campus universitário, desde sua inauguração, mostrando passo a passo como se deu a evolução do processo de interiorização.

O campus escolhido para ser foco deste estudo será a Universidade Federal do Espírito Santo – Campus Alegre (UFES/Campus Alegre). Como ferramenta para verificação do crescimento da unidade foi utilizado o software ArcGis e fotointerpretação de ortofoto.

## **2. Histórico – UFES/Campus Alegre**

A educação tornou-se prioridade no decorrer do século XX, a ponto de ser assegurado que toda pessoa tenha acesso a ela de maneira gratuita, pelo menos nos níveis elementares e fundamentais. Essa importância se deve ao fato de que só a educação é capaz de promover a compreensão. Contudo, passado a formação inicial, a educação deixa de ter essa acessibilidade, o ingresso em escolas de nível superior não é considerado uma obrigatoriedade e o acesso a essas instituições passa a ser por mérito e oportunidade (SANTOS, 2009).

E foi justamente a dificuldade de acesso que despertou o desejo de ter uma escola de nível superior na região sul do Espírito Santo e mobilizou a sociedade, na década de 60, a buscar alternativas para criar uma escola de Agronomia e dessa maneira injetar ânimo na economia regional que era violentamente atingida pela erradicação dos cafeeiros da época. Após analisar as possibilidades o então prefeito de Alegre-ES, Antônio Lemos, contratou estudos que visava à criação da Escola Superior de Agronomia do Espírito Santo (ESAES) (UFES/CAMPUS ALEGRE, 2017).

A criação da ESAES se deu através da Lei Estadual 2.434, sancionada pelo governador da época, Christiano Dias Lopes Filho, em 06 de agosto de 1969. A instituição começou a funcionar a partir de 18 de março de 1971, sendo a primeira turma constituída por 23 alunos, que concluíram o curso em dezembro de 1974. Em seguida, mas precisamente em janeiro de 1975, o curso de Agronomia foi reconhecido pelo Ministério da Educação (MEC) (UFES/CAMPUS ALEGRE, 2017).

Paralelo a isso a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) também planejava implantar um Centro Agropecuário em sua unidade em Goiabeiras, definida pelo decreto nº 63.577/68. Porém como não existia em sua organização acadêmica, profissionais com conhecimento nessa área, sendo necessária a criação de uma estrutura, implicando em altos gastos, a universidade passou a buscar outros meios para implantação do centro em questão e a partir desse momento cogitou-se a incorporação da ESAES (BORGIO, 1995).

Os problemas financeiros que o Governo Estadual da época enfrentava, dificultava muito a manutenção e a expansão da Escola Superior, assim a federalização da instituição foi a forma encontrada para não findar as atividades da ESAES. Dessa forma o Governo do Estado emitiu o decreto 752-N em 04 de dezembro de 1975 doando a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) todos os bens e direitos que compunha a ESAES e a partir de 1976 a instituição passou a se chamar Centro Agropecuário da Universidade Federal do Espírito Santo (CAUFES) (UFES/CAMPUS ALEGRE, 2017).

Dessa maneira a incorporação veio para agregar ambas as instituições. Vale ressaltar que essa medida adotada pela UFES não foi no intuito de já começar a interiorizar suas atividades. O caso de trazer o Centro Agropecuário para Alegre foi apenas circunstancial, sendo que as

experiências de interiorização da instituição só começaram para valer a partir de 1989, depois de algumas medidas pioneiras adotadas no Norte do Espírito Santo em meados da década de 70 e início da de 80 (BORGIO, 1995).

Segundo Boggio (1995) a área física que compunha o Centro Agropecuário era subdividida em três partes, a saber:

- Sede do Centro Agropecuário, localizado na área urbana de Alegre-ES e com uma área de 53.102,50 m<sup>2</sup>;
- Área Experimental Agrícola, localizado no distrito de Rive, contendo 873.888,75 m<sup>2</sup>;
- Área Experimental no município de São José do Calçado, contendo uma área de 1.443.800 m<sup>2</sup>.

A desfragmentação de sua estrutura física impediu um melhor aproveitamento dos espaços disponíveis no Centro Agropecuário, fazendo com que a movimentação maior ficasse concentrada na sede. Durante os anos que se seguiram o Centro Universitário ofertou exclusivamente o curso de Agronomia, sendo que apenas em 31 de julho de 1998 foi autorizado a criação de três novos cursos na instituição: Engenharia Florestal, Medicina Veterinária e Zootecnia (UFES/CAMPUS ALEGRE, 2017).

As primeiras turmas ingressaram em 1999 e a partir daí a instituição começa a receber investimentos e a definitivamente crescer e se interiorizar no Sul do Estado do Espírito Santo. No fim de 2001 a UFES resolve adotar a nomenclatura Centro de Ciências Agrárias da UFES (CCA-UFES). Já em 2002 é fundado o Núcleo de Apoio de Estudos e de Difusão de Tecnologia (NEDTEC) que tem por objetivo desenvolver estudos, pesquisas, capacitação técnica, treinamento e atividades de educação ambiental na área de floresta, recursos hídricos e agricultura sustentável. A área para construção desse núcleo foi cedida para a Universidade no município de Jerônimo Monteiro, ampliando assim a abrangência do então CCA-UFES (UFES/CAMPUS ALEGRE, 2017).

Em 2004 o Hospital Veterinário (HOVET) é inaugurado, tendo este sido construído na Área Experimental em Rive (UFES/CAMPUS ALEGRE, 2017). Já em 2005 a UFES ingressa no Programa de Expansão das Instituições Federais, instituídos pelo MEC, e disponibiliza a criação de novos cursos, sendo eles: Ciências Biológicas, Geologia, Nutrição, Engenharia Industrial Madeireira e Engenharia de Alimentos (UFES, 2014).

Em 2006 é criado o Departamento de Engenharia Florestal, mais tarde, em 2012, renomeado para Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM) para ocupar a estrutura física do NEDTEC em Jerônimo Monteiro. No mesmo ano têm início as obras do novo prédio da biblioteca setorial de Alegre (UFES/CAMPUS ALEGRE, 2017).

Em 2009 uma comissão integrada por representantes da Administração Central, dos Centros de Ensino e do Diretório Central dos Estudantes é nomeada pelo então reitor Rubens Rasseli para realizar uma audiência pública que visava debater o programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), proposto pelo MEC. O REUNI objetivava a ampliação do acesso e permanência no ensino superior, melhoramentos da estrutura física, qualificação e ampliação de recursos humanos, redução das taxas de evasão,

ocupação de vagas ociosas, interiorização e criação de cursos noturnos, dentre outras (UFES, 2014).

Nesse período o CCA-UFES foi contemplado com oito novos cursos, sendo Ciências da Computação, Sistema de Informação, Engenharia Química e Farmácia (Bacharelado); Química, Física, Biologia e Matemática (Licenciatura). Para adequar a nova estrutura e a grande dimensão que a instituição tomou em 2012 foi realizado uma redepartamentalização do Centro, criando novos departamentos. Em 2014 foi inaugurado o novo prédio administrativo do CCA-UFES e ainda um Complexo Laboratorial de Mudanças Climáticas em Jerônimo Monteiro (UFES/CAMPUS ALEGRE, 2017).

O CCA-UFES também ganhou um grande número de cursos de pós graduação ao longo dos anos. Atualmente a instituição possui oito programas de mestrado e três de doutorado. Com a dimensão que o CCA-UFES alcançou foi necessário realizar novas modificações na estrutura administrativa. Por ofertar cursos que fogem da área agrária a unidade sofreu uma alteração proposta a partir da resolução nº 44/2015. Esse documento subdivide o campus da UFES em Alegre em dois centros, sendo um o Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCA) e o outro Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde (CCENS). A estrutura passou a ser chamada popularmente como UFES/Campus de Alegre (UFES/CAMPUS ALEGRE, 2017).

O processo de crescimento da UFES/Campus Alegre vem alterar o quadro da disponibilidade da Educação Superior na região onde está localizada, isto porque inicialmente a oferta era limitada. A interiorização e a maior oferta de vagas ocorreram em momento oportuno e a criação de diversos programas que incentivaram o desenvolvimento das universidades fez as mesmas atingir um patamar inimaginável até uns anos atrás (NASCIMENTO; HELAL, 2015).

### **3 Metodologia**

A técnica a ser utilizada inicialmente na confecção deste trabalho consistirá na análise documental. A importância da utilização deste meio de pesquisa é dada pela relevância que se tem no processo de recolher, analisar e interpretar contribuições teóricas já existentes relacionadas ao foco central do estudo.

O levantamento bibliográfico serviu para embasar a parte teórica do trabalho, destacando conceitos e funcionalidades que dizem respeito ao assunto. Posteriormente foi feita uma análise dos documentos elaborados pela própria instituição, como históricos e memorandos redigidos ao longo dos anos, além de fotografias antigas, para esboçar e dessa maneira traçar o seu desenvolvimento.

Outro método a se considerar neste trabalho é a observação e a pesquisa informal através de conversas com servidores antigos. Esse contato com o objeto pesquisado permitiu uma ligação direta com o fenômeno estudado o que possibilitou obter informações relevantes sobre a realidade e o contexto em estudo e os atores sociais nestes inseridos.

Para a confecção dos mapas de crescimento e expansão da UFES/Campus Alegre foram utilizadas ortofotos do ano de 2014 capturadas do software i<sup>3</sup>GEO do Instituto Estadual do Meio Ambiente (IEMA). O programa em questão foi escolhido por ser de fácil manuseio e principalmente por ter imagens atualizadas e de boa qualidade.

Após a realização desse levantamento de informações foi feita a fotointerpretação na escala 1:400 e uma análise temporal gerando mapas vetoriais das edificações da UFES/Campus Alegre, elaborados no ArcGis 10.4, que apresenta a evolução da área construída, mostrando ao longo dos anos o processo de crescimento e destacando a interiorização da universidade.

A discussão dos dados foi feita apresentando os principais pontos na evolução e as parcerias firmadas ao longo do período de existência da instituição.

#### **4 Resultados e Discussão**

Quando vislumbramos a universidade a partir de seus objetivos básicos de formação profissional e geração/disseminação de conhecimento estamos diante de um processo complexo face à natureza e a diversidade do trabalho acadêmico. Dentro desse contexto, temos inserido a extensão universitária, que apresenta uma série de conceitos e práticas que interferem expressivamente no “pensar” e no “fazer” dentro da universidade (SERRANO, 2013).

O papel dessas instituições é agregar saberes fornecendo ao estudante uma base para sua carreira profissional. A estratégia utilizada é basear de maneira efetiva a relação recíproca do acadêmico com a comunidade, fazendo com que os discentes em formação tenham contato preestabelecido com o tipo de problema que efetivamente irá enfrentar após a conclusão de seus estudos (FERNANDES et al., 2012).

Neste aspecto, enxerga-se a importância que a universidade tem para a sociedade e a sua inserção de maneira diversificada e pontuada dentro do território nacional possibilita o crescimento do número de pesquisas, atendendo as diversas particularidades regionais. Dessa forma, a interiorização das universidades públicas no Brasil possibilitou um aumento expressivo de conhecimento e principalmente de desenvolvimento nos espaços em que as mesmas estão inseridas.

O conceito de extensão universitária ao longo da história das universidades brasileiras, principalmente as públicas, enfrentou várias modificações conceituais, indo desde a extensão de cursos, de serviços, de assistencialismo até à “redentora da função social da Universidade”, como mão dupla entre universidade e sociedade. Podemos identificar ainda uma resignação da extensão nas relações internas com os outros fazeres acadêmicos e na sua relação com a comunidade em que está inserida (SERRANO, 2013).

Enxergando toda essa importância o governo brasileiro investiu valores consideráveis nas instituições públicas de todo país estimulando o crescimento e o processo de interiorização das universidades, que até então estavam localizadas apenas em grandes centros, o que dificultava o acesso da população residente no interior, aos cursos de formação dessas instituições.

No Espírito Santo existem duas instituições públicas que oferecem cursos de nível superior, a UFES e o Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), sendo que o Ifes tem como objetivo principal a oferta de cursos de ensino médio profissionalizantes. Visando interiorizar suas atividades a UFES estendeu sua estrutura para os dois extremos do estado, uma em São Mateus, ao Norte, e Alegre, ao Sul.

Os cursos ofertados nessas regiões vão de encontro com a realidade da economia local, ou seja, busca realizar formação de profissionais para sanar a demanda da área em que a instituição

está localizada. A Figura 1 apresenta o mapa do Estado do Espírito Santo com destaque para a produtividade setorial por município de 2006 a 2008.

Os três setores da economia são bem representados na Região Sul do Estado, mas existe um destaque nas atividades primárias e terciárias, agricultura e prestação de serviços respectivamente, principalmente nos municípios que fazem divisa com o município de Alegre, por isso desde a implantação da ESAES a prioridade era a oferta de cursos ligados ao setor agrícola, atendendo a demanda do imensurável número de produtores rurais da região.

Os cursos que foram implantados no Campus Alegre seguiram a linha agrícola e das ciências da natureza até a adesão da UFES ao REUNI. Para atender as normas do programa de reestruturação das universidades foram criados diversos cursos de licenciaturas além de outros ligados às áreas de tecnologia e saúde que pudessem ser ofertados no período noturno contemplando a região com profissionais capacitados de outras áreas além das ligadas as áreas citadas anteriormente.

A Figura 2 apresenta o mapa de localização da sede da UFES/Campus Alegre e destaca a extensão territorial ocupada pela mesma. Apesar de estar presente em mais de um município do Sul do Estado do Espírito Santo, todos os principais investimentos em obras e crescimento foram centralizados neste espaço.

A área da sede do campus fica localizada no centro do município de Alegre e esse foi o maior motivo da concentração das atividades neste local, a mobilidade urbana. A presença do campus no município trouxe desenvolvimento e impulsionou o comércio local e a construção civil. A receita básica atual do município vem da prestação de serviços e não da agricultura (IBGE, 2014) como quando a universidade foi fundada. Dessa forma, justificou-se a implantação de cursos de outras áreas de estudo diferente das Agrárias.

O crescimento foi progressivo, como mostra a Figura 3, tendo acentuado a partir de 2006, quando os pacotes de investimento no ensino superior por parte do governo foram anunciados e diversas universidades do país foram beneficiadas. A área construída na sede da UFES/Campus Alegre saltou de uma pequena parcela para a quase sua totalidade, de áreas úteis e propícias para abrigar construções (muitos dos espaços disponíveis no campus ficam localizados em encostas o que inviabiliza obras), abrigando diferentes tipos de edificações. Na imagem o desenvolvimento temporal foi apresentado em intervalos de tempo diferentes, pois o crescimento não se deu de forma igualitária, assim não havia necessidade de representar determinados períodos no mapa, pois não seriam apresentados resultados relevantes.

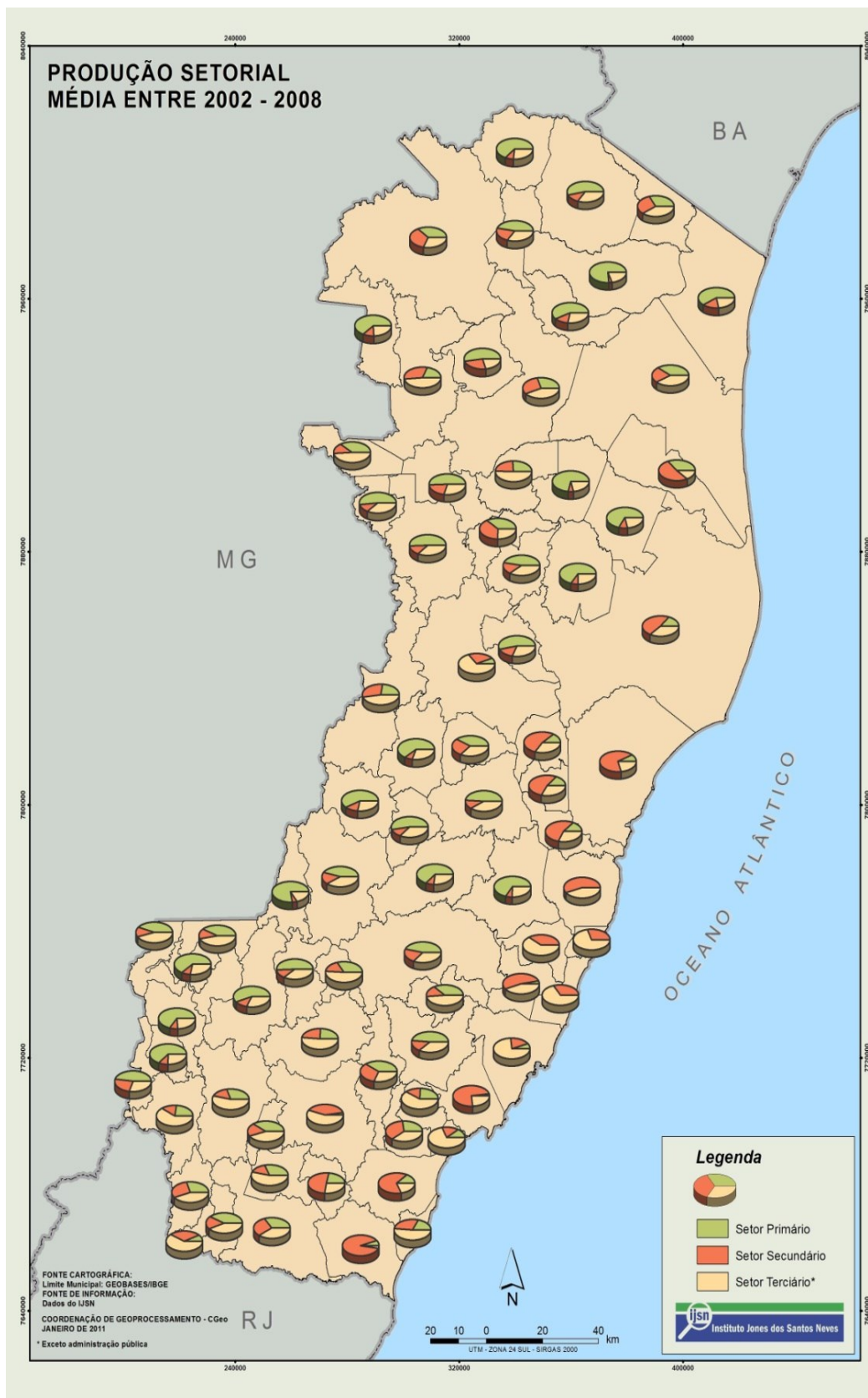


Figura 1- Mapa de Produção Setorial ( Média entre 2002-2008)

FONTE: IJSN; 2011.



Figura 2 - Mapa de Localização e Representação da Área da Sede da UFES/Campus Alegre.



MAPA DE EVOLUÇÃO DE ÁREA CONSTRUÍDA NA SEDE DA UFES/CAMPUS ALEGRE

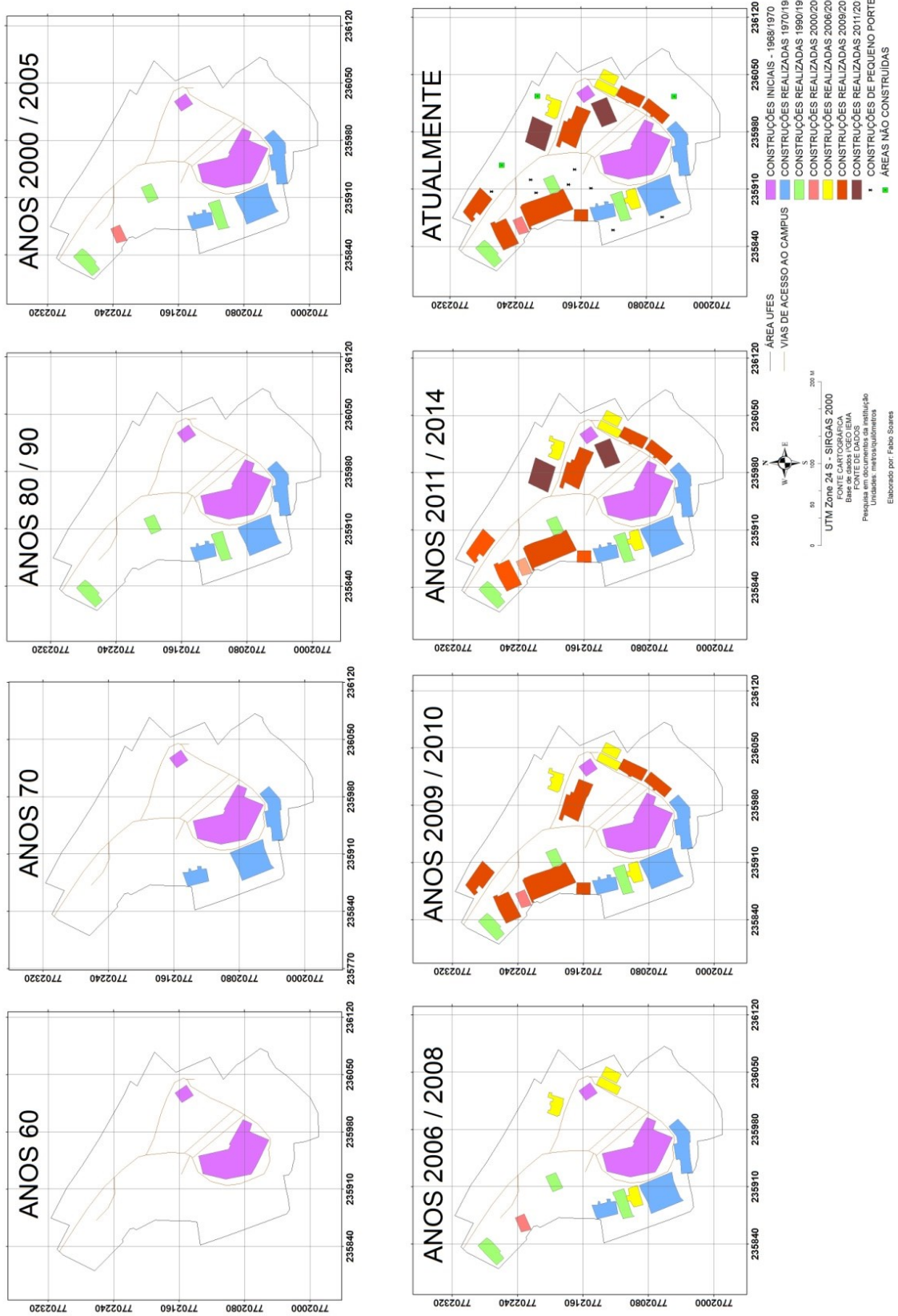


Figura 3 - Mapa de Evolução de Área Construída na Sede da UFES/Campus Alegre.

Quando de sua implantação, nos anos 60, ainda na época da ESAES, a instituição possuía apenas duas construções, o prédio central (local onde ficam concentrado as salas de aula) e o castelinho (local onde ficava a administração). As construções já existiam no terreno e foram reformadas e expandidas para abrigar a escola de nível superior (COMUNICAÇÃO VERBAL: VARGAS, 2017).

Assim que o Estado cedeu as instalações da ESAES para a UFES alguns investimentos por parte do Governo Federal foram feitos, como a construção do Restaurante Universitário (RU), da quadra poliesportiva e do prédio popularmente conhecido como “Tijolino”, que abriga salas de aula e laboratórios de análise de amostras de solos. Ao longo da década de 80 e 90 pouquíssimos investimentos foram realizados. Nesse período, construíram apenas um alojamento para abrigar alunos carentes, um prédio destinado à fabricação de produtos agrícolas, e que atualmente abriga o laboratório da pós-graduação de Engenharia de Alimentos, e um novo prédio para análises laboratoriais, o Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI).

A partir de 2000, com a recente aprovação de três novos cursos, foi iniciada uma série de construções visando atender as demandas acadêmicas. Grande parte das obras deste período foi centrada nas áreas experimentais, sendo que na sede apenas o Laboratório de Anatomia foi construído (COMUNICAÇÃO VERBAL: VARGAS, 2017).

Já em 2006 a UFES/Campus Alegre juntamente com o Centro Universitário do Norte do Espírito Santo (CEUNES) foram beneficiados pelo Programa Expandir do Governo Federal recebendo do MEC a importância de R\$ 14.000.000,00 fracionados em duas parcelas para ampliar suas atividades (MEC, 2005). Novos cursos foram criados e com o dinheiro diversas construções foram erguidas para atender as demandas.

Posteriormente veio o REUNI e a UFES/Campus Alegre foi beneficiada novamente com investimentos. Com esse programa o governo federal adotou diversas medidas com o intuito de retomar o crescimento do ensino público, criando condições para que as universidades federais promovessem a expansão física, acadêmica e pedagógica da rede federal de educação superior (REUNI, 2010).

Durante o período de expansão, 2006 a 2014, foram construídos um total de 13 edificações na área da sede da UFES/Campus Alegre, além de algumas reformas e expansões de áreas já construídas, como a do RU.

Tantas construções num mesmo lugar e em tão pouco tempo acabou gerando alguns problemas que hoje torna-se de difícil resolução. O excesso de prédios construídos um do lado do outro diminuiu consideravelmente as áreas que poderiam servir como estacionamento de veículos. Hoje uma das grandes reclamações dos frequentadores do campus é a falta de locais para estacionar o carro.

Observa-se também uma redução de espaços destinados a área verde no campus. Para Nucci e Cavalheiro (1999) essas áreas são espaços especiais onde o elemento fundamental de composição é a vegetação, satisfazendo a três objetivos principais: ecológico-ambiental; estético e de lazer. A cobertura vegetal proporciona mais qualidade de vida como estabilização de determinadas superfícies, obstáculos contra o vento, proteção da qualidade da água, filtragem do ar, equilíbrio do índice de umidade, diminuição de poeiras em suspensão, redução de ruídos, dentre outras. Apesar de todos estes benefícios a presença de espaços verdes está

relacionado mais com a função de satisfação psicológica e cultural do que com as físicas. Desta forma podemos destacar que a ausência de locais verde na UFES/Campus Alegre afeta as pessoas que estão inseridas neste ambiente.

Na Tabela 01 é possível analisar o crescimento da área construída na sede da UFES/Campus Alegre.

Tabela 01 – Crescimento de Área Construída da UFES/Campus Alegre<sup>1</sup>

Período	Área (m <sup>2</sup> )	Construída <sup>2</sup>
<b>Anos 60</b>	3.425,16	
<b>Anos 70</b>	6.436,93	
<b>Anos 80/90</b>	7.650,05	
<b>2000/2005</b>	7.896,08	
<b>2006/2008</b>	9.129,55	
<b>2009/2010</b>	14.363,94	
<b>2011/2017</b>	15.866,47	

NOTA: <sup>1</sup>Elaborado pelos autores, utilizando fotointerpretação no ArcGis.

<sup>2</sup>A área construída em questão leva em conta apenas as grandes edificações existente na sede, excluindo desse total as pequenas obras como cabine de energia, cantina, dentre outras que não possuem uma extensão de espaço físico considerável.

Como observado houve um crescimento de mais de 460% da área construída da fundação do campus até hoje, dando uma ênfase maior no período compreendido pela implantação dos programas de expansão universitária, a partir de 2005. Apesar de aparentemente existir muita área física ainda sem construção no espaço, haja visto que o tamanho médio do terreno que a abriga a UFES/Campus Alegre é de 53.102,50 m<sup>2</sup>, muito dessa área é considerada imprópria para uso, uma vez que fica em encostas e áreas de risco, dessa forma o espaço em questão não pode ser utilizado para outros fins, a não ser área verde.

## 5 Conclusão

A expansão universitária ocorrida na UFES/Campus Alegre foi benéfica para a região onde ela está localizada. O crescimento possibilitou que mais alunos tivessem oportunidade de estudar e com isso o número de profissionais capacitados para atender as demandas da região cresceu.

O investimento feito pelo governo a partir de 2006 surtiu efeito, transformando por completo a área física do campus. Até então a interiorização tinha ocorrido de forma tímida e a pequenos passos. Contudo há controvérsias sobre essa expansão, houve muitas falhas no processo de planejamento e as consequências começaram a aparecer com o tempo.

As áreas úteis disponíveis para construção não eram suficientes e observa-se o acúmulo de prédios um ao lado do outro, sem espaço para circulação de veículos e áreas verdes. Há também o fato da estrutura construída ser pequena para o quantitativo de vagas ofertadas, dessa maneira o número de salas de aula é insuficiente para atender a demanda.

O ideal seria ter otimizado o espaço e aproveitado a área experimental de Rive para implantação do processo de expansão. Apesar de a sua localização ser distante do centro da cidade, a área em questão fica nas margens da rodovia que liga Alegre ao município de Cachoeiro de Itapemirim, estrada com grande fluxo de veículos e com transporte público passando quase que de hora em hora em frente, isso torna o local de fácil acesso. Consta ainda que nesta área já existem alguns laboratórios de pesquisa e o Hospital Veterinário, implicando no deslocamento de que muitos alunos e docentes para este espaço a fim de realizar as atividades acadêmicas. Dessa forma, se houvesse ocorrido um melhor planejamento da expansão, o fluxo de pessoas teria sido dividido e os problemas enfrentados atualmente pelo campus teria grandes possibilidades de não existirem.

## 6 Referências

BORGO, I. A. **UFES: 40 anos de história**. Vitória: UFES, 1995.

BRASIL. Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007. Institui o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 2007.

FERNANDES, M. C.; SILVA, L. M. S. da; MACHADO, A. L. G.; MOREIRA, T. M. M. Universidade e a extensão universitária: a visão dos moradores das comunidades circunvizinhas. **Educação em Revista**, v. 28, n. 4, p. 169-19, 2012.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades@, Alegre-ES. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/economia.php?lang=&codmun=320020&search=espírito-santo|alegre|infogr%EF1ficos:-despesas-e-receitas-or%EF7ament%EF1rias-e-pib>>. Acesso em: 07 ago. 2017.

IJSN - INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Mapas Temáticos**. 2011. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/mapas/>>. Acesso em: 07 ago. 2017.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. MEC assina convênios para expandir universidade. 2005. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5236&catid=212](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=5236&catid=212)>. Acesso em: 08 ago. 2017.

MOHRY, L. **Universidade em questão**. 2003. Disponível em: <[http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/9420/1/CAPITULO\\_UniversidadeEmQuestao.pdf](http://www.repositorio.unb.br/bitstream/10482/9420/1/CAPITULO_UniversidadeEmQuestao.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2017.

NASCIMENTO, F. S.; HELAL, D. H. Expansão e interiorização das universidades federais: uma análise do processo de implementação do campus do litoral norte da Universidade Federal da Paraíba. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, v. 8, n. 1, p. 45-67, 2015.

NUCCI, J. C.; CAVALHEIRO, F. Cobertura vegetal em áreas urbanas-conceito e método. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, n. 6, p. 29-36, 1999.

REUNI – REESTRUTURAÇÃO E EXPANSÃO DAS UNIVERSIDADES FEDERAIS. O que é REUNI – Ministério da Educação. 2010. Disponível em: <<http://reuni.mec.gov.br/o-que-e-o-reuni>>. Acesso em: 08 ago. 2017.

SANTOS, B. L. P. A representação do REUNI no debate do ensino superior enquanto direito. **Educação em Revista**, v. 10, n. 1, p. 29-44, 2009.

SERRANO, R. M. S. M. Conceitos de extensão universitária: um diálogo com Paulo Freire. **Grupo de Pesquisa em Extensão Popular**. 2013. Disponível em: <[http://www.prac.ufpb.br/copac/extelar/atividades/discussao/artigos/conceitos\\_de\\_extensao\\_universitaria.pdf](http://www.prac.ufpb.br/copac/extelar/atividades/discussao/artigos/conceitos_de_extensao_universitaria.pdf)>. Acesso em: 06 ago. 2017.

UFES - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **UFES: 60 anos de história**. Vitória: EDUFES, 2014.

UFES/CAMPUS ALEGRE. **História do Campus de Alegre**. 2017. Disponível em: <<http://www.alegre.ufes.br/historia>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

VARGAS, E. Funcionário da UFES/Campus Alegre desde 1978. Alegre. UFES. 2017. (Comunicação Oral)



## Capítulo 3

### Análise Espacial da Estrutura Organizacional das Universidades Federais

Josiléia Curty de Oliveira  
Fabricia Benda de Oliveira

#### 1 Introdução

A transição do modelo de administração pública burocrático para um modelo gerencial mais efetivo e as mudanças ocorridas no sistema de ensino superior brasileiro, ao longo das últimas décadas, têm exigido uma nova postura das universidades públicas, o que vêm provocando modificações na estrutura organizacional das Instituições de Ensino Superior (IES), muitas ainda em andamento. As universidades públicas brasileiras têm sido questionadas sobre seus objetivos, sua estrutura e gestão administrativa, assim como a sua eficiência, a forma de utilização dos recursos e a qualidade dos serviços prestados.

Esse novo cenário, muito mais exigente e competitivo, requer modelos de administração universitária que associem a busca por eficiência, eficácia e aumento da produtividade. No entanto, o grande desafio das IES consiste em obter o equilíbrio entre um modelo de gestão que responda à lógica de mercado, para sua própria manutenção financeira, e à lógica acadêmica (MEYER; MEYER, 2013).

Muitas universidades tiveram seu início baseadas no somatório de escolas profissionais e faculdades de ensino superior, passando do sistema de cátedras para o sistema departamental, de origem norte-americana, com a Reforma do Ensino Superior do Brasil, por meio da publicação da Lei nº 5.540/1968. O departamento foi denominado como menor fração da estrutura universitária para efeitos de organização administrativa e didático-científica e de distribuição de pessoal, devendo congregiar disciplinas afins e professores para as atividades de ensino e pesquisa (FÁVERO, 2000).

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Gestão Pública, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES

<sup>2</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal do Espírito Santo, CCENS, Alegre - ES

Entretanto, a estrutura departamental apresenta-se autoritária, não flexível, materializada por estruturas institucionalizadas de centralização de poder, por meio da burocratização do processo decisório, evidenciado principalmente pelo corpo docente da maioria das deliberações fundamentais. Observa-se ainda, um reforço do modelo burocrático expresso na manutenção do sistema de dominação por meio de critérios de distribuição de poder hierárquico, dos estatutos e regimentos e da divisão horizontal e vertical do trabalho (GRACIANE, 1982).

Com a publicação da nova LDB 9394/96, o cenário das universidades começa a se modificar ao criar Universidades por campo do saber, além de dar abertura para as universidades terem mais flexibilidade na organização estrutural (FÁVERO, 2000). Para isso, é importante destacar que a utilização de um sistema de informação geográfica pode ser considerada uma aliada da gestão no processo de tomada de decisão, podendo ser um diferencial estratégico e uma ferramenta fundamental no processo decisório de uma universidade pública (LUZ; FREITAS, 2011).

Diante desse contexto, busca-se responder às seguintes indagações: Como a Universidade lida com os problemas contemporâneos? Que modificações organizacionais estão ocorrendo nas universidades, particularmente nas públicas federais? Existe uma nova identidade sendo gerada no cotidiano acadêmico universitário? Que identidade é essa? É possível uma universidade funcionar sem departamentos?

Dessa forma, o objetivo deste estudo é analisar a existência de departamentos de ensino nos modelos organizacionais das universidades federais, frente às mudanças de gestão acadêmica e administrativa por meio da análise espacial das informações.

## **2. Metodologia**

O universo desta pesquisa compreendeu no total de 63 universidades federais brasileiras. Após visita online em cada sítio institucional, foi realizado um levantamento de dados referentes à existência de departamentos na estrutura das universidades.

Por meio da análise de estatutos, regimentos e organogramas disponíveis nas páginas oficiais das instituições, buscou-se verificar quais as universidades possuem em sua estrutura organizacional o sistema departamental instituído pela Resolução nº 5540/1968 (BRASIL, 1968). No mesmo sentido, foi realizado um comparativo de quais instituições foram criadas sem departamentos ou que realizaram uma reestruturação organizacional após a LDB 9394 de 1996.

Nos quadros 1, 2, 3, 4 e 5, podemos verificar a relação das universidades por região, estados, ano de fundação e se as mesmas adotam em sua estrutura organizacional a presença de departamentos.



Quadro 1: Relação das universidades da região Centro-oeste que adotam ou não os departamentos em sua estrutura organizacional

Estado	Nome	Ano de fundação	Departamentos
DF	Universidade de Brasília	1962	Sim
MS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	1979	Não
	Universidade Federal da Grande Dourados	2000	Não
GO	Universidade Federal de Goiás	1960	Não
MT	Universidade Federal de Mato Grosso	1970	Sim

Quadro 2: Relação das universidades da região Nordeste que adotam ou não os departamentos em sua estrutura organizacional

Estado	Nome	Ano de fundação	Departamentos
BA	Universidade Federal da Bahia	1946	Sim
	Universidade Federal do Sul da Bahia	2011	Não
	Universidade Federal do Oeste da Bahia	2014	Não
	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	2006	Não
CE BA	Universidade Federal da Lusofonia Afro-Brasileira	2010	Não
PB	Universidade Federal de Campina Grande	2002	Sim
	Universidade Federal da Paraíba	1955	Sim
CE	Universidade Federal do Ceará	1954	Sim
	Universidade Federal do Cariri	2013	Sim
AL	Universidade Federal de Alagoas	1961	Não
PE	Universidade Federal de Pernambuco	1946	Sim
	Universidade Federal Rural de Pernambuco	1947	Sim
PE BA PI	Universidade Federal do Vale do São Francisco	2002	Não
SE	Universidade Federal de Sergipe	1963	Sim
MA	Universidade Federal do Maranhão	1956	Sim
PI	Universidade Federal do Piauí	1971	Sim
RN	Universidade Federal Rural do Semiárido	1968	Sim
RN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	1958	Sim

Quadro 3: Relação das universidades da região Norte que adotam ou não os departamentos em sua estrutura organizacional

Estado	Nome	Ano de fundação	Departamentos
RO	Universidade Federal de Rondônia	1982	Sim
RR	Universidade Federal de Roraima	1989	Sim
AC	Universidade Federal do Acre	1970	Não
AP	Universidade Federal do Amapá	1990	Sim
AM	Universidade Federal Rural da Amazônia	2002	Não
	Universidade Federal do Amazonas	1962	Sim
PA	Universidade Federal do Oeste do Pará	2009	Não
	Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará	2013	Não
	Universidade Federal do Pará	1957	Não
TO	Universidade Federal do Tocantins	1984	Não

Quadro 4: Relação das universidades da região Sudeste que adotam ou não os departamentos em sua estrutura organizacional

Estado	Nome	Ano de fundação	Departamentos
MG	Universidade Federal de Alfenas	1914	Sim
	Universidade Federal de Itajubá	2002	Não
	Universidade Federal de Juiz de Fora	1960	Sim
	Universidade Federal de Lavras	1908	Sim
	Universidade Federal de Minas Gerais	1927	Sim
	Universidade Federal de Uberlândia	1957	Sim
	Universidade Federal de Viçosa	1926	Sim
	Universidade Federal do Triângulo Mineiro	1953	Sim
	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	2005	Não
	Universidade Federal de São João del-Rei	1953	Sim
SP	Universidade Federal de Ouro Preto	1969	Sim
	Universidade Federal de São Carlos	1968	Sim
	Universidade Federal de São Paulo	1994	Sim
ES	Universidade Federal do ABC	2005	Não
	Universidade Federal do Espírito Santo	1954	Sim
RJ	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro	1979	Sim
	Universidade Federal do Rio de Janeiro	1920	Sim
	Universidade Federal Fluminense	1960	Sim
	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	1943	Sim

Quadro 5: Relação das universidades da região Sul que adotam ou não os departamentos em sua estrutura organizacional

Estado	Nome	Ano de	Departamentos
SC	Universidade Federal da Fronteira Sul	2009	Não
PR			
RS			
PR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	2005	Não
	Universidade Federal do Paraná	1912	Sim
	Universidade Federal da Integração Latino-Americana	2010	Não
RS	Universidade Federal do Pampa	2008	Não
	Universidade Federal de Rio Grande	1969	Não
	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	1934	Sim
	Universidade Federal de Santa Maria	1960	Sim
	Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	1953	Sim
	Universidade Federal de Pelotas	1969	Sim
SC	Universidade Federal de Santa Catarina	1956	Sim

Após a coleta dos dados, os mesmos foram tabulados e por meio de sistema de informação geográfica foram confeccionados mapas temáticos das IES que adotam o sistema departamental e as que não possuem departamentos, conforme a localização por estados e região geográfica. Também foi feita uma análise comparativa levando-se em consideração a data de fundação, estado e região e se possui ou não departamentos em sua estrutura organizacional.

### 3 Resultados e Discussão

A pressão por mudanças estruturais na administração das universidades públicas se mostrou ainda mais evidente a partir da LDB de 1996 e do representativo crescimento do número de instituições e de cursos dela resultante.

O Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades (REUNI), instituído em 53 universidades federais que aderiram ao programa, reorganizou a oferta, aumentou o número de vagas e de cursos e contribuiu para a interiorização e o surgimento de um novo modelo de universidade, expandindo-se para várias regiões brasileiras com uma estrutura diferenciada para atender a ampliação do sistema de ensino superior brasileiro, que são hoje as universidades federais autodenominadas multicampi (NEZ, 2016). Com o REUNI, foram adotadas diversas medidas para que fosse retomado o crescimento do ensino superior público e, assim, as universidades puderam expandir sua estrutura física, acadêmica e pedagógica.

A criação de dez novas universidades e de novas estruturas desconcentradas geograficamente constituíram os campi, que se apresentaram mais complexos e diferenciados, tanto em universidades criadas nas décadas de 60, 70, 80, que se consolidam com a oferta de ensino em novos municípios, quanto nas universidades criadas nas últimas décadas, que já surgiram num formato de composição em diversos campi (SOUSA, 2015).

Na Figura 1, podemos observar como estão distribuídas, em percentual, as atuais 63 universidades federais, sendo que 31 estão localizadas em capitais e 32 no interior (INEP, 2015).

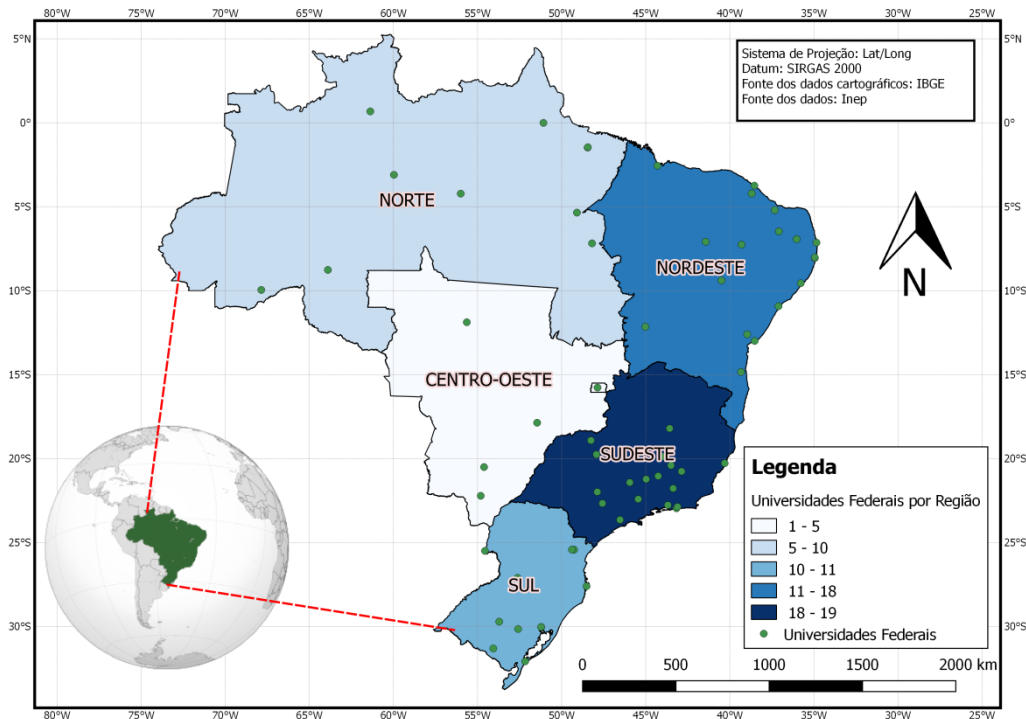


Figura 1: Distribuição das universidades federais por região no Brasil.

Do total de universidades federais, 57 % estão localizadas nas regiões Sudeste e Nordeste. Os motivos que justificam esses números se dão pelo fato da região Sudeste ter sido mais desenvolvida economicamente desde o período colonial e a população ter se concentrado nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, e a região Nordeste, por ter sido contemplada com a criação de sete universidades a partir dos anos 2000 com o programa de expansão das universidades federais.

Com a interiorização do ensino superior, as universidades precisaram pensar em um modelo de gestão mais flexível, que pudesse atender a essa nova demanda de cursos e vagas, o que as impôs a uma reestruturação organizacional. Nesse sentido, observa-se na Figura 2, a presença de modelos de estruturas sem departamentos na forma de organização administrativa das universidades em vários estados brasileiros.

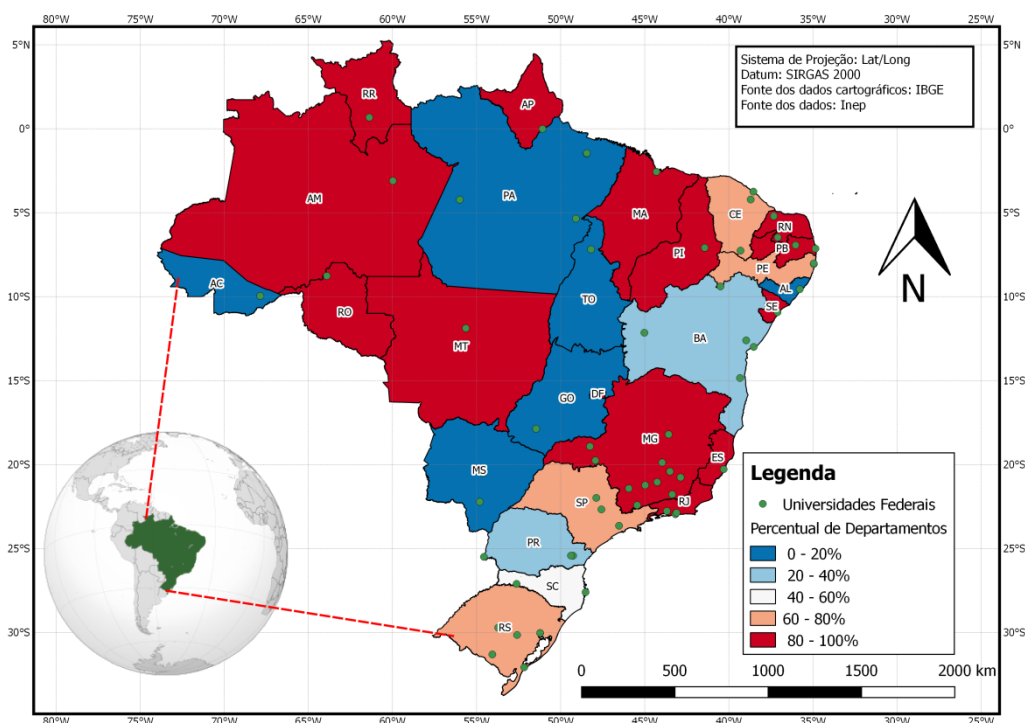


Figura 2: Mapa das universidades federais que possuem e que não possuem departamentos em sua estrutura administrativa.

Mesmo que não exista a predominância de uma nova estrutura organizacional, observa-se a presença do novo modelo de gestão nas universidades nos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, na região Centro-Oeste; da Bahia, Ceará e Alagoas, na região Nordeste; do Acre, Amazônia, Pará e Tocantins, na região Norte; e Minas Gerais e São Paulo, a região Sudeste.

Na região Sudeste, concentra-se a maior parte das universidades federais (30,2 %), e, principalmente nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, ainda há uma predominância forte de departamentos nas instituições criadas nas décadas de 20 a 80, o que pode ocorrer pelo fato dessas instituições cultivarem o tradicionalismo burocrático, mantendo o modelo patriarcal.

Dentre todas as instituições da região Sudeste, fundadas antes da LDB 9394/96, apenas a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) apresenta flexibilidade em seu estatuto, deixando que a presença de departamentos seja facultativa, mesmo assim, somente um centro de ensino dessa instituição optou por trabalhar sem a presença de departamentos. No estado de Minas Gerais, há a presença de duas instituições com a nova estrutura uma vez que foram fundadas após a LDB 9394/96.

Não se pode negar que a estrutura departamental trouxe mudanças efetivas na organização das universidades, tanto que 61,9% das universidades federais ainda possuem o sistema departamental em suas estruturas organizacionais.

A partir dos anos 2000, algumas universidades retomaram a discussão sobre a possibilidade de a universidade funcionar sem departamentos, propondo novas formas de organização para modelos acadêmico-administrativos. Observa-se, na Figura 3, que as regiões Centro-Oeste e

Norte, possuem respectivamente 60 % e 54,5 % de universidades com a nova estrutura, o que corresponde a mais da metade do total de universidades de cada região. Esse percentual se justifica pelo fato de possuir maior número de universidades que já passaram pelo processo de reestruturação acrescentado as que foram fundadas com a nova estrutura.

Na região Sul, observou-se também a presença de 45,5 % do total de instituições da região com a nova estrutura, uma vez que possui quatro universidades fundadas entre 2005 e 2010 e a Universidade Federal de Rio Grande (FURG), fundada em 1969, que já não trabalha com departamentos. Na região Nordeste, também há a presença de universidades criadas entre 2002 e 2014 e a Universidade Federal de Alagoas (UFAL), que passou por processo de reestruturação.

Contudo, ainda se observa uma forte presença de conservadorismo na região Sudeste, apenas 15,8 % das instituições possui a nova estrutura, quando comparada com o total de instituições presentes na região. Cabe ressaltar que, a transição do modelo de administração pública burocrático para um modelo gerencial mais efetivo tem exigido uma nova postura das universidades públicas. Nesse aspecto, a administração pública gerencial reprova o patrimonialismo e exclui o modelo burocrático, devido a sua ineficiência (ABRUCIO, 2005). Entretanto, como as universidades são organizações complexas, qualquer mudança leva muito mais tempo para se reestruturar do que outras organizações públicas.

Pode-se considerar que a região Norte está mais favorável à reestruturação, uma vez que apresenta quatro universidades já reestruturadas. Seguida da região Centro-oeste que possui duas universidades que já aderiram ao novo modelo de organização estrutural. As regiões Nordeste e Sul apresentam uma universidade reestruturada em cada respectiva região. É importante ressaltar que não houve reestruturação das universidades da região sudeste no sentido de não possuir mais os departamentos na estrutura organizacional, muitas instituições já atualizaram os seus estatutos, mas permaneceram com a estrutura de departamentos.

Na Figura 3, apresenta-se o quantitativo das universidades fundadas antes e após a publicação da LDB 9394/96 por região em relação à estrutura departamental e não departamental.

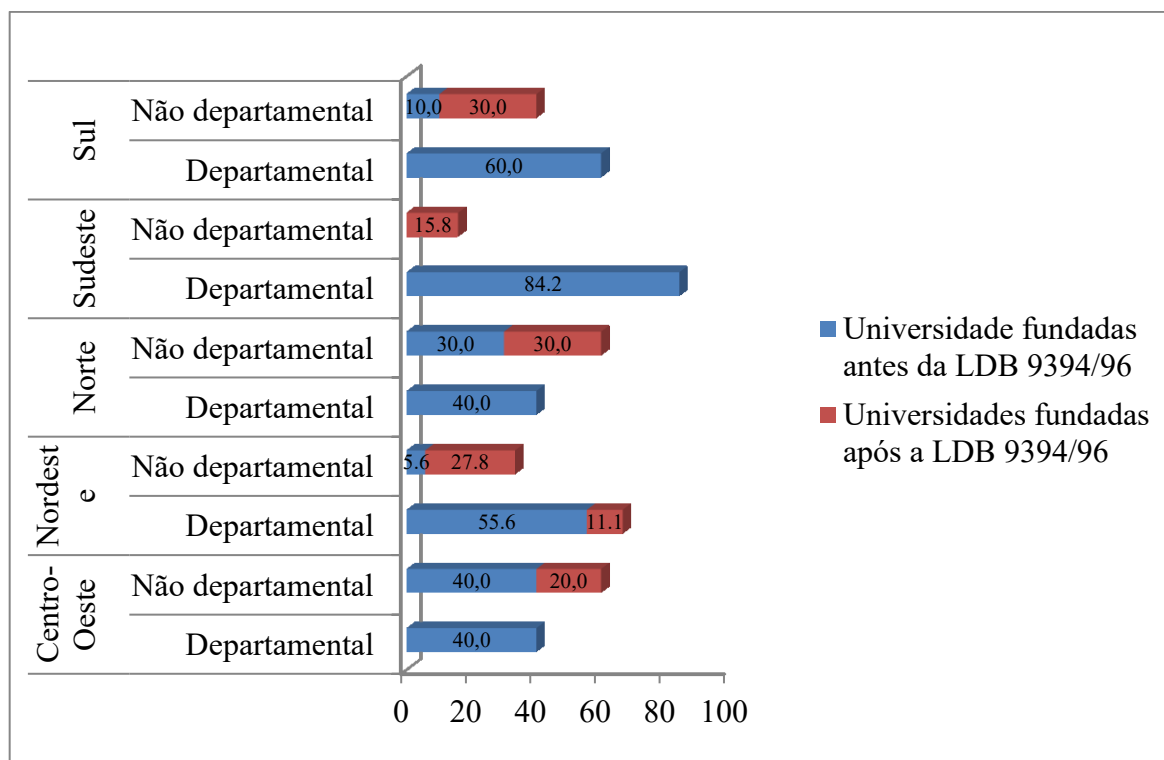


Figura 3: Percentual das universidades fundadas antes e após a publicação da LDB 9394/96 por região em relação à estrutura departamental e não departamental.

Nota: Elaborado pelas autoras.

Desde 1968, o sistema departamental foi uma exigência legal na estrutura das universidades até a publicação da LDB 9394/96. Por isso, 61,9 % das universidades ainda mantém a estrutura de departamentos em seus organogramas. A partir de 1996, as universidades vêm se reestruturando, a fim de adaptar às circunstâncias e demandas da sociedade, sendo que 12,7 % fizeram a transição para o novo modelo de gestão e 25,4 % foram fundadas com uma estrutura diferenciada para atender a ampliação do sistema de ensino superior das últimas décadas.

Vale ressaltar que, das 18 universidades que foram fundadas após a nova LDB, duas universidades, localizadas na região Nordeste, ainda optaram para a estrutura de departamentos e as outras 16 optaram por formar unidades acadêmicas ou centros por áreas do saber sem a presença de departamentos.

Pode-se concluir que a transformação dos departamentos em estruturas mais adequadas à universidade contemporânea vem ocorrendo num processo assistemático, uma vez que não existe um modelo a ser seguido. Entretanto, muitas discussões relacionadas ao sistema departamental concentram-se em torno da inflexibilidade e da burocracia nos procedimentos administrativos que geram atraso na tomada de decisão e em todo processo da gestão universitária, o que remete ao departamento a definição de uma unidade como poder centralizador, altamente resistente às mudanças decorrentes das necessidades institucionais ou da própria função que ele representa na universidade. (NACIF, 2010).

Geralmente, na prática, as tentativas de integrar os espaços têm sempre resistência devido ao sentimento de posse que se perpetua mesmo após a extinção do regime de cátedra, em 1968. Com o passar dos anos, as divergências criadas pelas disputas de poder dentro dos departamentos deram origem a grupos cada vez mais consolidados em detrimento a grupos que

não conseguiram emergir, atingindo, principalmente os cursos de graduação (FÁVERO; LIMA, 2006).

Mesmo com a LDB 9394/1996, ao longo das últimas décadas, podem ser identificados casos de duplicação de departamentos e disseminação de unidades de ensino que exigem mais professores, equipamentos, salas de aula e laboratórios, dificultando a produção de conhecimentos que poderiam ser aprofundados se os profissionais convivessem em um mesmo ambiente de trabalho, de forma interdisciplinar.

#### 4 Conclusão

As análises espaciais mostraram que existe a presença de novos modelos de gestão em onze estados brasileiros. Em todas as regiões, observou-se a presença da nova estrutura organizacional, seja das universidades que passaram por uma reestruturação, seja das que foram criadas após a LDB 9394/96. Nas regiões Centro-Oeste e Norte, mais da metade das universidades não possuem departamentos em suas estruturas. Entretanto, a região Sudeste mostrou ser a região mais conservadora, tendo em vista que as universidades ainda mantêm a estrutura de departamentos.

A resistência à mudança para uma estrutura mais flexível e interdisciplinar que atenda às necessidades da sociedade contemporânea, se esbarra nas divergências criadas pelas disputas de poder dentro dos departamentos. Essa resistência se expande também ao uso de novas tecnologias, principalmente porque as inovações organizacionais passam a depender delas, daí as universidades vivem em situação paradoxal e pouco têm feito para o uso correto de novas ferramentas, principalmente no gerenciamento das informações geográficas.

O Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades também contribuiu para o surgimento de um novo modelo, uma vez que as universidades precisaram adotar uma estrutura diferenciada para atender o seu crescimento e interiorização proporcionada pelo REUNI. Vale ressaltar que após a adesão ao REUNI, surgiram mais dez universidades fundadas com a nova estrutura.

Pode-se concluir que o sistema de educação superior brasileiro após a LDB 9394 de 1996 não apresenta mais a afirmação de um modelo único de estrutura das universidades federais, o que possibilitou às universidades a atualização de seus estatutos com a formalização de novos modelos de organização administrativa, sem a presença de departamentos.

#### 5 Referências

ABRUCIO, F. L. Os avanços e os dilemas do modelo pós-burocrático: a reforma da administração pública à luz da experiência internacional recente. In: BRESSER-PEREIRA, Luiz C.; SPINK, Peter K. (Org.). **Reforma do Estado e administração pública gerencial**. 7. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2005. p. 173-200.

BRASIL. Lei n. 5.540, de 28 de novembro de 1968. Fixa normas de organização e funcionamento do ensino superior e sua articulação com a escola média, e dá outras providências. Disponível em [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L5540.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L5540.htm). Acesso em 20 de abril de 2017.



FÁVERO, M. L. A. Da cátedra universitária ao departamento: subsídios para discussão. Anais... In: 23ª **Reunião Anual da ANPEd**, 2000, Caxambú – MG .

\_\_\_\_\_. LIMA, H. I. UFRJ: Origens, construção e desenvolvimento. In A universidade no Brasil: concepções e modelos / Marília Morosini, organizadora. – Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2006.

INEP - INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Censo da Educação Superior 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/educacao-superior>>. Acesso em 22 maio 2017.

GRACIANI, M. S. S. O ensino superior no Brasil: a estrutura de poder na universidade em questão. **Petrópolis: Vozes**, 1982.

LUZ, J. S. da. FREITAS, J. F. de. O Processo de Gestão do Território: A Integração entre a Universidade e a Gestão Pública da Rede Municipal de Educação da Cidade de Anápolis-Goiás. **Revista Geográfica da América Central**, Número Especial EGAL, Costa Rica, 2011.

MEYER, B.; MEYER, V. “Managerialism” na Gestão Universitária: Uma Análise de Suas Manifestações em uma Instituição Empresarial. **Revista GUAL – Gestão Universitária na América Latina**, v.6, n. 3, p. 01-20, set. 2013.

NACIF, P. G. S., Departamento universitário. **Folha de São Paulo**. São Paulo, terça-feira, 26 de janeiro de 2010. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniaofz2601201009.htm>>. Acesso em: 08 set. 2016.

NEZ, E. Os dilemas da gestão de universidades multicampi no Brasil. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, v. 9, n. 2, p. 131-153, 2016.

SOUSA, A. P. N. **Dimensões organizacionais da Universidade Federal do Pampa: uma análise qualitativa da estrutura multicampi**. 2015. 146 f. (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Gestão Organizacional da Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão Catalão, GO, 2015.



## Capítulo 4

### Competividade entre fornecedores da UFES utilizando Sistema de Informações Geográficas

Pedro Henrique Freire Corrêa<sup>1</sup>  
Simone Paiva de Araújo<sup>1</sup>  
Fabricia Benda de Oliveira<sup>1,2</sup>

#### 1 Introdução

A Lei n.º 8.666/93 elencou as modalidades de licitação às quais os órgãos públicos deveriam utilizar para a aquisição de bens e serviços comuns. Em 2000, uma medida provisória instituiu uma nova modalidade chamada pregão, que era desenvolvido conforme as demais modalidades, exigia a presença física dos pregoeiros, equipe de apoio, licitantes e interessados no certame, e tinha como objetivo incrementar e aperfeiçoar a legislação sobre licitações, visando a modernização de compras e contratação (BRASIL, 1993).

Em 2002, foi instituído o pregão eletrônico (PE), que se diferenciava do pregão presencial em alguns pontos, pois passou a ser no campo virtual, sem a exigência de um espaço físico ou presença de qualquer uma das partes, o que acarreta em uma economia, que por ser aberta a todo território nacional, aumenta a concorrência, barateando a aquisição do objeto do certame e simplificando etapas burocráticas que tornava ainda mais morosa a contratação. Muitas vezes um órgão público pode aderir às atas de outras instituições de qualquer parte do território, aumentando a economia e acelerando o processo (FERNANDES, 2016).

Ressalta-se que o pregão eletrônico tem diversos objetivos, entre eles, pode-se destacar o maior número de participantes, pois é publicado em plataformas virtuais, o que propicia a participação de empresas das mais diversas partes do território nacional.

O presente estudo tem por objetivo verificar se a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com a adoção do pregão eletrônico, passou a atender à legislação de compras públicas para atender à demanda do Restaurante Universitário do Campus Sul Capixaba, com ênfase na competitividade entre os fornecedores, no que diz respeito a uma maior abrangência do território nacional.

#### 2 Referencial Teórico

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Gestão Pública, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES

<sup>2</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal do Espírito Santo, CCENS, Alegre - ES

A administração pública ao necessitar adquirir bens e serviços, utilizará uma das modalidades de licitação constantes, inicialmente, da Lei 8.666/93, conhecida como a Lei das Licitações, que instituiu cinco modalidades, sendo elas: concorrência, tomada de preços, convite, concurso e leilão. Em 2000, através da Medida Provisória n.º 2.026/2000, foi instituída a modalidade Pregão, com objetivo de adquirir bens e serviços comuns, que são aqueles que os padrões de desempenho e qualidade possam ser definidos, objetivamente, pelo edital, através de especificações usuais no mercado, logo após, essa medida provisória foi convertida em norma geral, através da Lei 10.520/2002, que determinou também a utilização dessa forma de licitação nos Estados, Distrito Federal e Municípios, e os dispensou de editarem leis próprias (BRANDÃO, 2005).

A Lei n.º 10.520/2002 diferenciou o pregão eletrônico das demais modalidades de licitação, pois não há qualquer limitação acerca do valor, tornando a mais utilizada pelos órgãos públicos, universalizou a participação das empresas e colocou a modalidade presencial quase em desuso. Esta nova modalidade tem como características a celeridade no procedimento, menos burocratização, melhor gerenciamento dos gastos públicos e maior alcance do certame que aumenta a disputa entre prestadores de serviços e fornecedores, além de ser econômico e ecológico, pois por ser virtual, há uma considerável economia de papel (BRASIL, 2002).

O Decreto n.º 5.450/2005 torna obrigatório a utilização do pregão, preferencialmente na forma eletrônica, e em seu artigo 4º, § 1º, diz que caso seja comprovada a inviabilidade de utilização do pregão eletrônico, a autoridade competente deverá justificar (BRASIL, 2005).

Em 2007, o portal Comprasnet, onde é feito todo o certame licitatório, observou o crescimento da modalidade, conforme informações extraídas (BRASIL, 2017):

Nos últimos dois anos, uma lenta revolução vem ocorrendo no governo federal na hora de realizar suas licitações. As mudanças são importantes porque aumentaram de forma significativa o número de fornecedores do governo e porque reduziram os custos das compras governamentais em até 30%. [...] Essas mudanças devem-se à prioridade dada aos pregões eletrônicos. [...] A novidade foi o crescimento do número de fornecedores, que pela primeira vez ultrapassou a casa dos 200 mil. Nos últimos quatro anos, o número de empresas passou de 150 mil para 214 mil, uma elevação de 42 %. [...] Para a iniciativa privada, o uso dos pregões também é favorável, segundo os especialistas do setor. “Antes da popularização dos pregões eletrônicos, poucas empresas participavam das licitações e muitas preferiam não aparecer, atuando através de empresas de representação, mas cada dia mais as empresas estão quebrando esse paradigma e atuando de forma direta para vender aos órgãos públicos”, afirma Roberto Bacarat, diretor da RHS Licitações.

Como exposto acima, o número de fornecedores aumentou consideravelmente pela facilidade e praticidade oferecida pela modalidade em estudo, acabou por baratear os custos em aquisições de bens e serviços em comuns, pois ocorre a disputa de preços, tornando o processo mais rápido, eficiente e eficaz, atingindo seus objetivos.

### **3 O Pregão eletrônico no RU do Campus Alegre**

Os Restaurantes Universitários (RU) do Campus Alegre estão localizados em Alegre e Jerônimo Monteiro e atendem a dois centros, o CCAE – Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, com nove cursos de graduação, sendo eles: Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia da Madeira, Medicina Veterinária, Zootecnia, Engenharia de Alimentos,

Engenharia Química e oito cursos de pós graduação; e o CCENS – Centro de Ciência Exatas, Naturais e da Saúde, com dez cursos de graduação, como Química, Física, Ciências Biológicas, sendo Licenciatura e Bacharelado, Geologia, Farmácia, Nutrição, Sistemas de Informação, Ciência da Computação e Geologia, e dois cursos de pós-graduação, servindo no total diário, aproximadamente 2.000 refeições, o que requer um grande volume de alimentos e pessoas para preparar e servir essas refeições, e para atender à demanda. A compra é feita por processo licitatório na modalidade Pregão Eletrônico, cumprindo todas as exigências da Lei.

Para que o restaurante universitário tenha pleno funcionamento se faz necessário a aquisição de gêneros alimentícios e material diversos, como de limpeza e equipamentos, além dos serviços de mão-de-obra especializados. A aquisição dos produtos utilizados no Restaurante, quer seja para o preparo das refeições, ou para a manutenção das atividades, é feito pela Seção de Apoio Logístico e Operacional - SALO, localizada no Restaurante Central, no Campus de Goiabeiras, na grande Vitória. Cabe ao setor de Nutrição do RU, fazer o planejamento do cardápio e atividades inerentes e solicitar a aquisição dos produtos que serão utilizados por determinado período, quantificando e descrevendo detalhadamente cada item, sem especificar marcas, estabelecer critérios de aceitação do produto e uma previsão de custos de acordo com os preços praticados no mercado, tal procedimento demanda tempo, portanto, deve-se preparar com antecedência para que todas as providências sejam tomadas da forma correta e para que minimize os riscos de problemas futuros. Após o planejamento do Setor de Nutrição do RU, é providenciado o Termo de Referência, que deve conter a indicação do objeto de forma precisa, suficiente e clara, vedadas as especificações que, por excessivas, irrelevantes ou desnecessárias, limitem ou frustrem a competição ou sua realização, conforme Inciso I do artigo 9.º do Decreto n.º 5.450/2005 (BRASIL, 2005).

Nos demais incisos do mesmo artigo temos:

II - aprovação do termo de referência pela autoridade competente;

III - apresentação de justificativa da necessidade da contratação;

IV - elaboração do edital, estabelecendo critérios de aceitação das propostas;

V - definição das exigências de habilitação, das sanções aplicáveis, inclusive no que se refere aos prazos e às condições que, pelas suas particularidades, sejam consideradas relevantes para a celebração e execução do contrato e o atendimento das necessidades da administração; e

VI - designação do pregoeiro e de sua equipe de apoio.

A partir daí, começa a fase externa, composta de cinco etapas, sendo a primeira a publicação do Edital, contendo as informações como data e hora do certame, além do objeto e demais informações. A segunda etapa ocorre com o julgamento e classificação da proposta dos licitantes. A terceira, é a habilitação do vendedor, na quarta ocorre a adjudicação, logo após a decisão sobre os recursos, e na quinta e última etapa, a entidade promove a homologação do processo. Após o trâmite legal, a Seção de Nutrição, planeja as solicitações, envia à Seção de Acompanhamento e Controle – SAC, para emissão das notas de empenho e posterior solicitação às empresas vencedoras, que podem ser de qualquer lugar do país.

#### **4 Metodologia**

Para realização desse trabalho foram utilizados os dados dos pregões eletrônicos referentes ao Restaurante Universitário do Campus de Alegre da Universidade Federal do Espírito Santo, baseados no ano de 2016. Tais dados listam os produtos, objetivos da aquisição, fornecedores e respectivos valores. Esses dados foram analisados por meio de estatística descritiva.

Com base no endereço dos fornecedores coletaram-se as coordenadas geográficas, que foram tabuladas em planilha eletrônica para posterior confecção de um mapa de distribuição das empresas, através do *software* ArcMap<sup>TM</sup>.

#### **5 Resultados e discussão**

Após um minucioso trabalho de consulta às atas de pregão eletrônico do RU do ano de 2016, constatou-se que a UFES tem fornecedores em oito estados brasileiros, conforme observa-se na Figura 1.

Apesar de ser uma modalidade de licitação virtual, podendo ter participantes de diversos lugares, observou que, dos quarenta e sete fornecedores dos pregões do ano de 2016, 50 % deles estão localizados no Espírito Santo, distribuídos em sete Municípios (Alegre, Cariacica, Cachoeiro de Itapemirim, Marataízes, São Roque do Canaã, Serra e Vitória) e, em segundo lugar, está Minas Gerais, com 19 % do total de fornecedores, em quatro Municípios (Belo Horizonte, Contagem, Ribeirão das Neves e Uberlândia). Já os demais sete estados (RS, SC, DF, SP, CE, PR e GO) compreendem juntos, um pouco mais de 30 % dos fornecedores, conforme observado na Tabela 1.

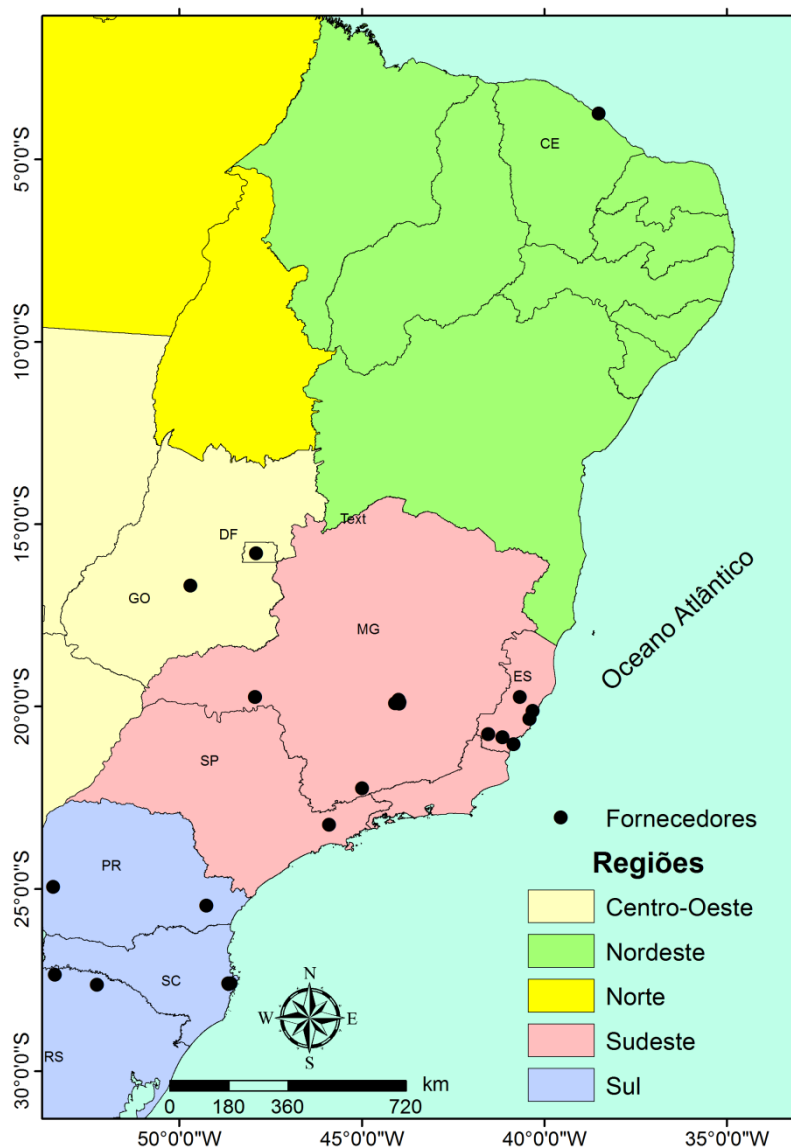


Figura 1: Mapa do Brasil com a localização dos fornecedores, por regiões.

Os itens licitados são de necessidade para o bom funcionamento do RU e na Tabela 2, temos a relação dos pregões com os objetivos, valores licitados e os estados onde estão localizados os fornecedores. Podemos observar que há diversidade e em todos os pregões, observou-se a participação de pelo menos uma empresa do estado do Espírito Santo, em alguns casos os estados se repetem, com Municípios diferentes ou o mesmo, como observado no PE nº 001, o estado de Santa Catarina foi representado por dois Municípios e três empresas distintas.

Tabela 1: Localização dos fornecedores e percentual por Estado.

Estado	Nº fornecedores	% fornecedores
Ceará	1	2,13
Distrito Federal	2	4,26
Espírito Santo	23	48,94
Goiás	1	2,13
Minas Gerais	9	19,15
Paraná	3	6,38
Rio Grande do Sul	3	6,38
Santa Catarina	4	8,51
São Paulo	1	2,13

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 2: Relações dos pregões com seu objeto, valores licitados e localização.

PE Nº	Objeto	Valor Licitado (R\$)	Estados	N de Mun. Dif.
001/2016	MAT. DIVERSOS	55.580,52	RS, MG, SC(3), ES(2), DF	7
004/2016	HORTIFRUTIG.	394.320,52	ES	1
007/2016	MAT. LIMPEZA	121.758,00	RS, SP, ES(2), MG, DF	6
008/2016	G. ALIMENTÍCIOS	210.517,80	ES (4)	3
012/2016	CARNES	481.884,00	ES, MG	2
013/2016	GLP	64.512,00	ES	1
014/2016	MAT. DIVERSOS	104.128,80	ES(2), SC, MG(4), CE, PR, RS, SP, GO	11
015/2016	FEIJAO	204.960,00	ES	1
017/2016	POLPAS FRUTAS	135.442,56	ES	1
021/2016	MAT. LIMPEZA	65.568,50	ES (4)	4
023/2016	MAT. PERMANENTE	14.786,29	PR (2), ES	2
025/2016	CARNES E QUEIJOS	1.820.439,60	ES (3), MG (2)	5

Fonte: Elaborada pelos autores

Em alguns casos, há apenas a participação de empresas do Espírito Santo, como nos pregões nº 004, 008, 013, 015, 017 e 021/2016.

Observou-se ainda que nos pregões do exercício de 2016, houve uma diversificação de fornecedores, como, por exemplo, nos pregões de material de limpeza, no primeiro houve a participação de seis empresas distribuídas em cinco estados e no seguinte, apenas um estado, representado por quatro empresas.



## 6 Conclusão

O modelo licitatório em estudo trouxe diversas vantagens, entre elas a economicidade, celeridade processual, transparência e competitividade, reduzindo os valores das compras, pois a disputa é virtual e cada empresa oferece um valor menor que a outra, até que o vencedor seja proclamado e sua documentação conferida. No entanto, esse modelo objetiva compras pelo menor valor, o que acarreta a aquisição de produtos, muitas vezes, de qualidade inferior à esperada e ainda com entrega fora do prazo solicitado, devido à distância do fornecedor.

Conclui-se que a UFES atende às expectativas do Pregão Eletrônico no que se refere à diversificação de fornecedores. Essa verificação se tornou mais fácil graças à confecção do mapa de fornecedores, produzido a por meio do *software* ArcMap<sup>TM</sup>. Apesar do presente trabalho ilustrar uma parcela pequena das compras realizadas pelo setor público, fica clara a utilidade do programa computacional, e dos mapas, enquanto ferramenta para contribuir para a eficiência na administração pública do país.

## 7 Referências

Atas Pregão Eletrônico (2016). Disponível em: <http://ru.ufes.br/2016>. Acesso em 03 jul. 2017.

BRASIL. Decreto n. 5.450, de 31 de maio de 2005. Regulamenta o pregão, na forma eletrônica, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. Disponível em:

[www.comprasnet.gov.br/legislacao/decretos/de5450\\_2005.html](http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/decretos/de5450_2005.html). Acesso em 23 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 8.666, de 21 de junho de 1993. Dispõe sobre Licitações e Contratos da Administração Pública. Regulamenta o artigo 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm). Acesso em 23/07/2017.

\_\_\_\_\_. Lei n.º 10.520/2002, de 17 de julho de 2002. Institui, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/2002/L10520.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10520.htm). Acesso em 03 jul.2017.

\_\_\_\_\_. Medida Provisória n.º 2.026/2000, de 04 de maio de 2000. Institui, no âmbito da União, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/mpv/antigas/2026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/antigas/2026.htm). Acesso em 03 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Pregão eletrônico reduziu custos das compras do Governo Federal em até 30% em dois anos**. Disponível em: [http://www.comprasnet.gov.br/noticias/noticias1.asp?id\\_noticia=159](http://www.comprasnet.gov.br/noticias/noticias1.asp?id_noticia=159). Acesso em: 23 jul. 2017.

BRANDÃO, Fernanda Holanda de Vasconcelos. O Pregão como nova modalidade de licitação. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, VIII, n. 21, maio 2005. Disponível em:

<[http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=654](http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=654)>. Acesso em: 23 jul. 2017.

FERNANDES, Jorge Ulisses Jacoby. Carona em sistema de registro de preços: uma opção inteligente para redução de custos e controle. 2016. Disponível em: <<http://www.jacoby.pro.br/Carona.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

## Capítulo 5

### **Análise da variação geomorfológica do delta associado à foz do Rio Doce (ES)**

Jardel Lustoza Arpini<sup>1</sup>  
Eduardo Baudson Duarte<sup>1</sup>  
Marx Engel Martins<sup>1</sup>  
Fabricia Benda de Oliveira<sup>1,2</sup>  
Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira<sup>3</sup>

#### **1 Introdução**

Ambientes costeiros associados à foz de rios estão sujeitos a constantes alterações morfodinâmicas, originados tanto por processos fluviais como marinhos, e até mesmo antrópicos. Estas alterações possuem grande variabilidade temporal e espacial em função de processos continentais e marinhos que englobam, entre outros, a dinâmica erosiva e deposicional, associada à ação de ondas, marés, correntes costeiras e também a ação fluvial (SILVA et al., 2004). É o caso dos deltas ou pseudodeltas brasileiros classificados por Muehe (2005) como construtivos ou destrutivos, de acordo com os processos fluviais ou marinhos respectivamente predominantes. Segundo Dominguez (2009) a desembocadura do Rio Doce, assim como as desembocaduras dos principais rios da costa leste brasileira, é caracterizada como delta dominado por ondas devido as suas condições físicas de considerável suprimento de sedimentos para a zona costeira.

Trabalhos mais antigos, focam de modo indireto, a variação morfodinâmica desses subambientes analisada por indicadores geomórficos, para estabelecer o sentido da deriva dos sedimentos em fluxos padronizados na construção de planícies costeiras, são os esporões, pontais arenosos, configuração da linha de costa e acumulação costeira assimétrica, considerando a movimentação dos sedimentos em zigue-zague, quando expostos aos domínios das ondas, na barra de desembocadura e terraços marinhos, e comportamento dos sedimentos no domínio fluvial para os paleocanais. No delta do rio Doce, o subsistema de barras costeiras que contém os cordões litorâneos, possui feições deltaicas com processos controladores de migração da desembocadura diferente dos Rios São Francisco (SE-AL), Jequitinhonha (BA) e Paraíba do Sul (RJ), quando comparados por Martin et al. (1983).

---

<sup>1</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal do Espírito Santo, CCENS, Alegre – ES

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Gestão Pública, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre - ES

<sup>3</sup> Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Ibatiba - ES

Sendo assim, este trabalho visa o monitoramento ambiental do Rio Doce no curso de seu delta, pois esta região pode estar sofrendo constante variação morfológica, como assoreamento, devido às condições climáticas recentes.

## 2 Metodologia

A metodologia para execução deste trabalho foi dividida em duas partes, uma com base em sensoriamento remoto, com análise multitemporal de imagens e outra a análise laboratorial. Foram obtidas e processadas as imagens dos satélites Landsat 5 para os anos de 2001 a 2011 e RapidEye para os anos de 2012 e 2013, em composição colorida RGB-543.

A partir das imagens foram extraídas linhas de costa para acompanhamento da evolução da praia de Regência, e identificação de pontos onde houvesse variações morfológicas no curso do rio na região deltaica, como partes de maior variação do contraste visual, seja por assoreamento ou inundação, para o monitoramento em campo. Após a extração das linhas de costa da série multitemporal, foi feito um mapa, para que a variação entre elas pudesse ser percebida. No software DSAS, a partir de uma linha base, gerou-se transectos ortogonais para que fossem calculadas as distâncias das linhas de costa em várias seções diferentes. As imagens foram processadas em ambiente SIG, no software ArcGis 10 (ESRI, 2010) e as distâncias das linhas de costa foram calculadas pelo software Digital Shoreline Analysis System 4.3.4730 (THIELER et al., 2009).

Para a segunda parte do projeto, foram feitas análises com os sedimentos coletados dos pontos visitados em atividade de campo (Tabela 1), cuja coleta foi realizada nos dias 02, 03 e 04 de fevereiro de 2015. Para o processamento dos dados foi utilizado o laboratório de sedimentologia do CCA-UFES, onde os sedimentos coletados foram analisados por peneiramento e pesagem, seguindo o espaçamento de malhas das peneiras da marca Bertel: 4760, 2000, 1410, 500, 250, 125, 74 mm, com a observação de suas propriedades básicas e texturais em lupa binocular de aumento.

Tabela 1: Pontos visitados (Projeção UTM, datum SIRGAS 2000).

Ponto	Coordenada E (m)	Coordenada N (m)
RD_01	381628	7850752
RD_02	389241	7852799
RD_03	394370	7851340
RD_04	400350	7849825
RD_05_a_b	403649	7844748
RD_06	415287	7832635
RD_07	413741	7826409
RD_08	414081	7826388
RD_09	416710	7835537
RD_10	416710	7834537

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após peneiramento foram feitas pesagens das amostras das frações granulométricas analisadas e com auxílio do software GRADSTAT, observou-se a assimetria e curtose, grau de selecionamento e média granulométrica em unidade phi de medida. Contou-se também com dados hidrográficos públicos, e dados pluviométricos de artigos públicos de manifestação midiática.

Os perfis de GPR foram levantados em seções de 30 m e ortogonais a estas, de 15 m, que variaram em respostas de cerca de 8 m de profundidade, com antenas de 200 MHz (Tabela 2). As regiões selecionadas para levantamento foram escolhidas a partir de imagens do levantamento bibliográfico, do mapa geomorfológico do delta proposto por Polizel et al. (2012) e com auxílio das imagens RapidEye.

Tabela 2: Localização dos perfis levantados com GPR.

Ponto	Coordenada E (m)	Coordenada N (m)
01	415066	7828031
02	413282	7845593

Fonte: Elaborada pelos autores.

O funcionamento do instrumento geofísico GPR se assemelha com a sísmica, utilizando respostas de refletores de reflexão em uma fonte e capturadas de volta pelo mesmo equipamento. Para a transformação das respostas em profundidade foi necessário adquirir uma constante dielétrica apropriada ao terreno, fazendo-se necessário a coleta de materiais sedimentares do local, que foram pesadas úmidas e secas para esta transformação, no laboratório de sedimentologia do CCA-UFES. Os dados adquiridos pela geofísica foram tratados no laboratório de geoprocessamento, como a correção do tempo morto.

### 3 Resultados e discussões

A partir das imagens, fez-se o campo em locais previamente definidos, onde houve maior variação perceptível do rio (Figura 1). Como a barra de desembocadura varia morfológicamente com mais frequência que uma linha de praia, então, a linha de base foi separada em duas, gerando dois resultados, um para a barra de desembocadura do rio (1) e outro para a extensão da praia adjacente generalizada (2), ambos inseridos morfológicamente na planície deltaica (Figura 2). A maior extensão da linha de praia foi encontrada no ano de 2002 com 323,50m e a maior extensão da barra de desembocadura foi em 2011, atingindo 724,50m, conforme observado pelos cálculos de distância do software DSAS. Os comprimentos de extensão são mostrados no gráfico (Figura 3). Porém os processos que ocorrem na desembocadura são intensos, e não são os mesmos para toda a linha de praia, isso faz com que sua morfologia mude constantemente, logo, uma análise de série anual, se mostra eficiente somente para a linha de praia adjacente à barra de desembocadura. As imagens do satélite RapidEye tiveram excelente eficiência para identificação de variações morfológicas, pois aproveitou-se da boa resolução espacial das imagens.

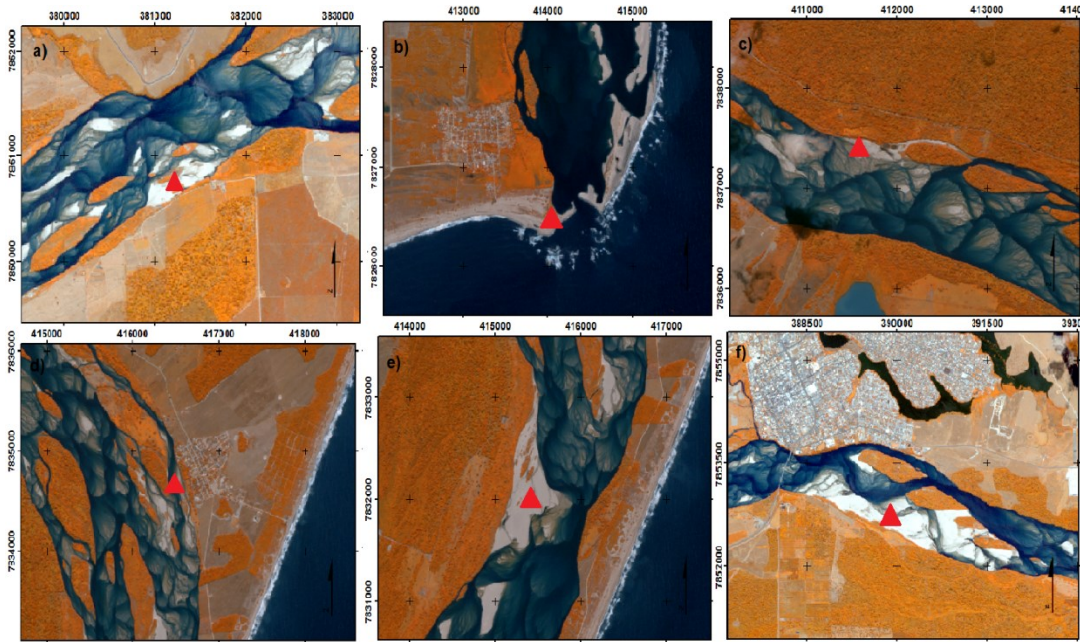


Figura 2 - Pontos onde foram observadas maiores variações perceptíveis do rio na análise multitemporal. A imagem utilizada para a demonstração é do satélite RapidEye, que possui maior resolução espacial.

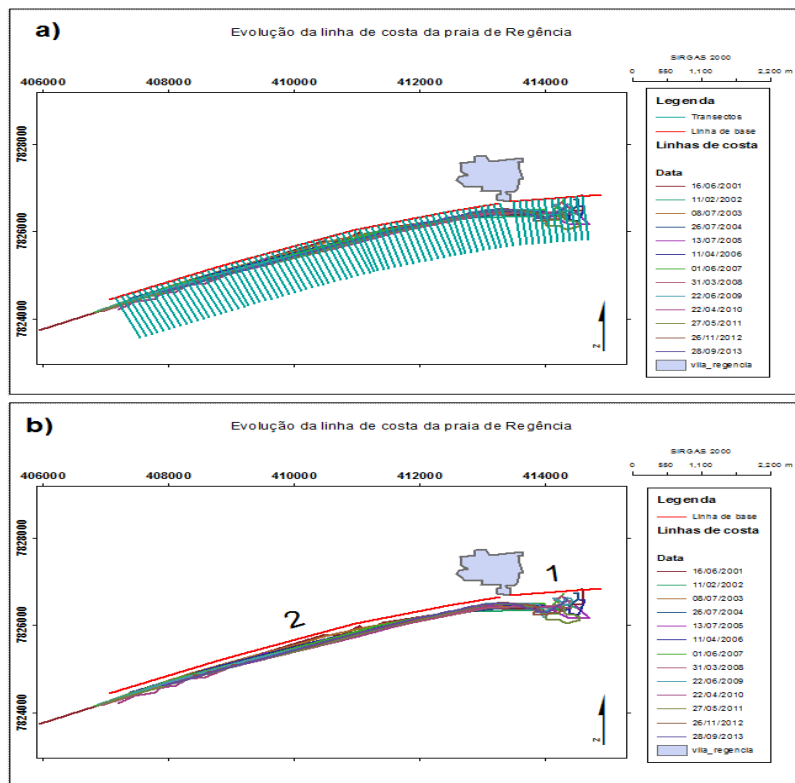


Figura 3 - Mapas de evolução de linha de costa. a) Transectos ortogonais a linha de base gerada pelo software DSAS; b) Linhas de base (1) para a barra de desembocadura e (2) para a praia adjacente a barra.

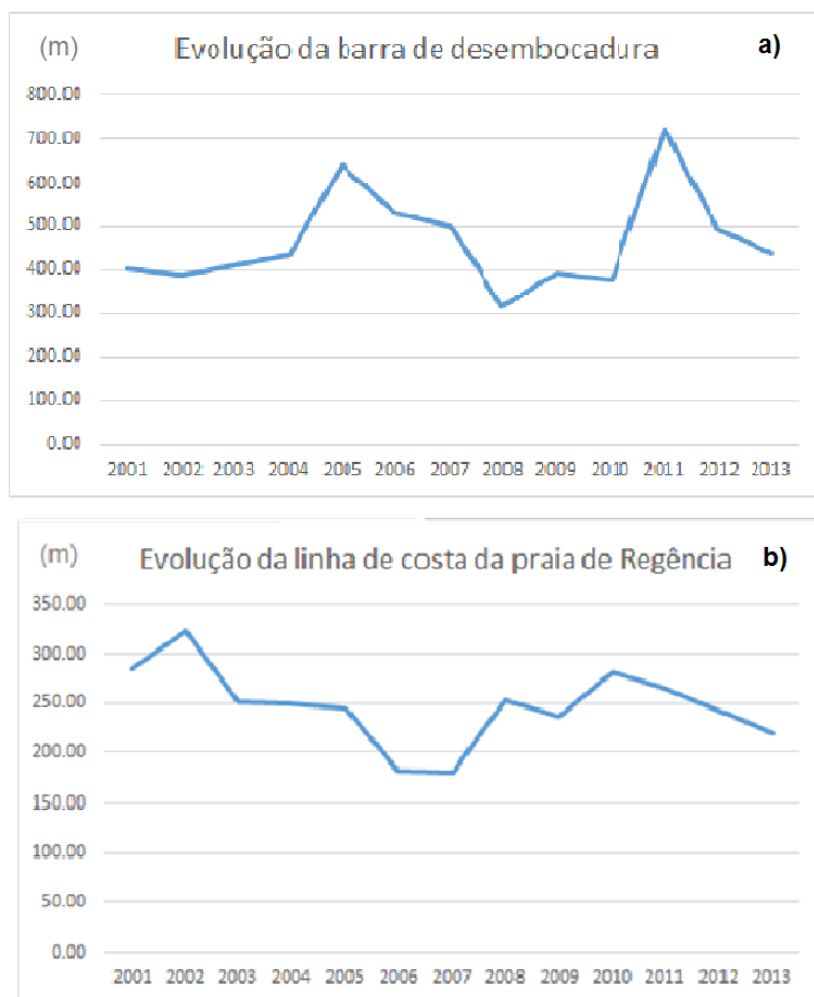


Figura 4 - Gráficos exibindo a extensão da linha de costa para a série multitemporal. a) Evolução da linha de desembocadura; b) Evolução da linha de costa da praia de Regência adjacente à barra de desembocadura.

No geral, as estatísticas calculadas através das pesagens são apresentadas na Tabela 3, mostrando que a granulometria mediana dos sedimentos se aproximou das frações finas com destaque para a moda da fração silte muito grosso, exibindo grau moderado a pobremente selecionado. A assimetria diz respeito da distribuição dos sedimentos quanto a sua frequência em relação a mediana pela inclinação da cauda, positiva representando sedimentos finos e negativo para grossos (SAHU, 1964 citado por BULHÕES e ESTRADA, 2011). A curtose, quando platicúrtica indica a tendência de deposição de misturas de populações diferentes, e quando leptocúrtica, a remoção de alguma fração por corrente de fundo ou agentes forçantes deposicionais (PONÇANO, 1976 citado por BULHÕES e ESTRADA, 2011).

Composicionalmente o quartzo é predominante (80% para mais), variando de sub arredondado a arredondado nos sedimentos mais distais da área fonte e sub angulosos a sub arredondados para os mais proximais, em seu grau de arredondamento. Meio a estes se encontram minerais acessórios em menor proporção, os mesmos reconhecidos pelas rochas das regiões que circundam a bacia, são micas, muscovitas, epidoto, ilmenita, magnetita, rutilo, granadas, ferrosos, pesados e quartzo. Todos apresentando textura de brilho vítreo na maior parte, e fosqueados restrito a grupos menores, como também para grânulos de quartzo. Os grânulos imbricados encontrados possuem alto grau de esfericidade e arredondamento.

Tabela 03: Estatística gerada por pesagem de amostras peneiradas através do software GRADISTAT.

Amostrrra	Granulometria Mediana	Selecionamento	Assimetria	Curtose
RD_01_a	Areia muito fina	Moderadamente selecionado	Assimetria muito positiva	Extremamente leptocúrtica
RD_01_b	Silte muito grosso	Moderadamente selecionado	Simétrica	Leptocúrtica
RD_02	Silte muito grosso	Pobrememente selecionado	Simétrica	Mesocúrtica
RD_03	Silte muito grosso	Moderadamente selecionado	Assimetria negativa	Leptocúrtica
RD_04	Silte muito grosso	Pobrememente selecionado	Assimetria positiva	Leptocúrtica
RD_05_a	Silte grosso	Pobrememente selecionado	Assimetria muito negativa	Extremamente platicúrtica
RD_05_b	Silte muito grosso	Moderadamente bem selecionado	Assimetria muito negativa	Mesocúrtica
RD_06	Areia muito fina	Moderadamente selecionado	Assimetria positiva	Leptocúrtica
RD_07	Silte muito grosso	Pobrememente selecionado	Assimetria muito positiva	Extremamente leptocúrtica
RD_08	Areia muito fina	Moderadamente bem selecionado	Simétrica	Platicúrtica
RD_09	Silte grosso	Pobrememente selecionado	Assimetria muito negativa	Extremamente platicúrtica
RD_10	Silte muito grosso	Moderadamente selecionado	Simétrica	Extremamente leptocúrtica

Fonte: Elaborada pelos autores.

Dois pontos foram considerados de interesse para estudo geomorfológico através de geofísica rasa (GPR), sendo eles a barra de desembocadura e um paleocanal adjacente associado ao canal principal. A barra de desembocadura em seção N-S (Figura 4), exibe truncamentos de estruturas estratificadas. Nítido é a presença de interferências que degradam a resolução do perfil. Em seção ortogonal a esta, o padrão predominante é paralelo (Figura 5).

Em perfil longitudinal do paleocanal (Figura 6), há truncamentos expressivos com alternâncias de contraste dos refletores que dificilmente tendem a ser paralelos. Ortogonal a este perfil (Figura 7) há truncamentos evidentes, mudança de contraste e estratificações cruzadas mergulhando para dentro do canal a 6 m com refletores bem marcados.



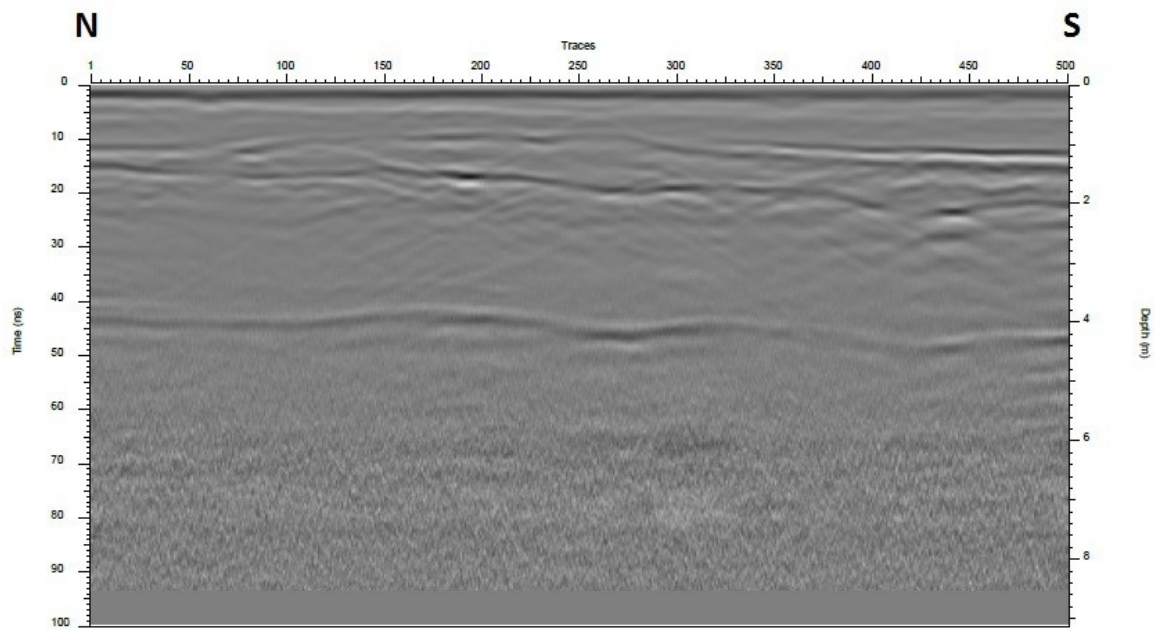


Figura 5 - Perfil longitudinal da barra de desembocadura. Coordenadas E: 415066; N: 7828031.

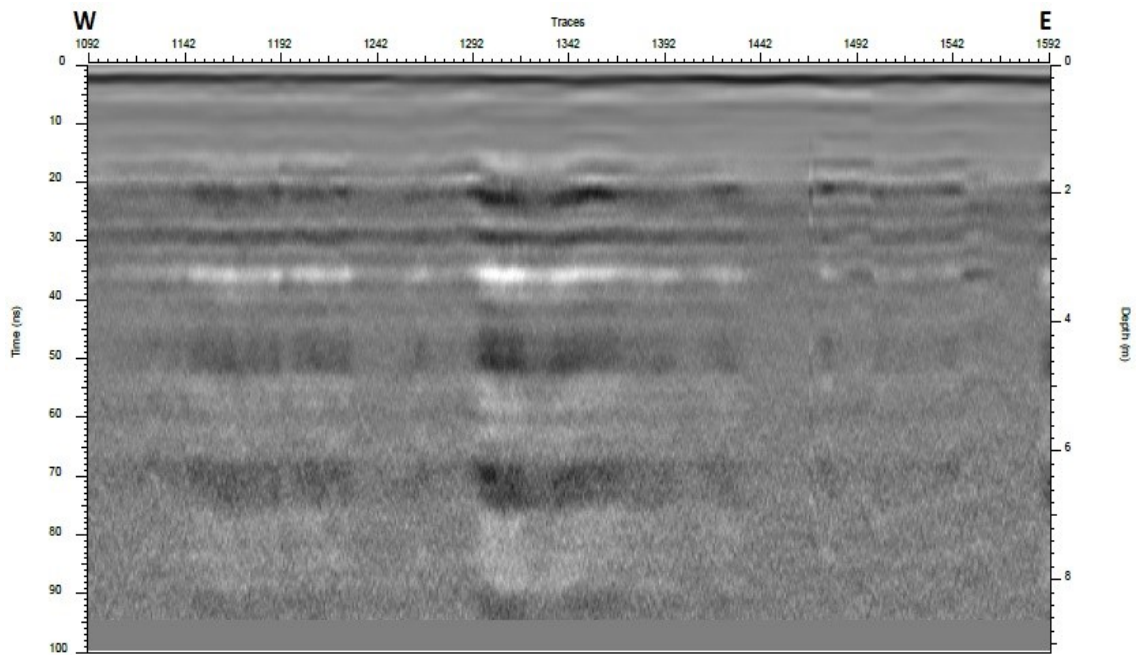


Figura 6 - Perfil ortogonal da barra de desembocadura, antena de 200 Mhz. Coordenadas E: 415066; N: 7828031.

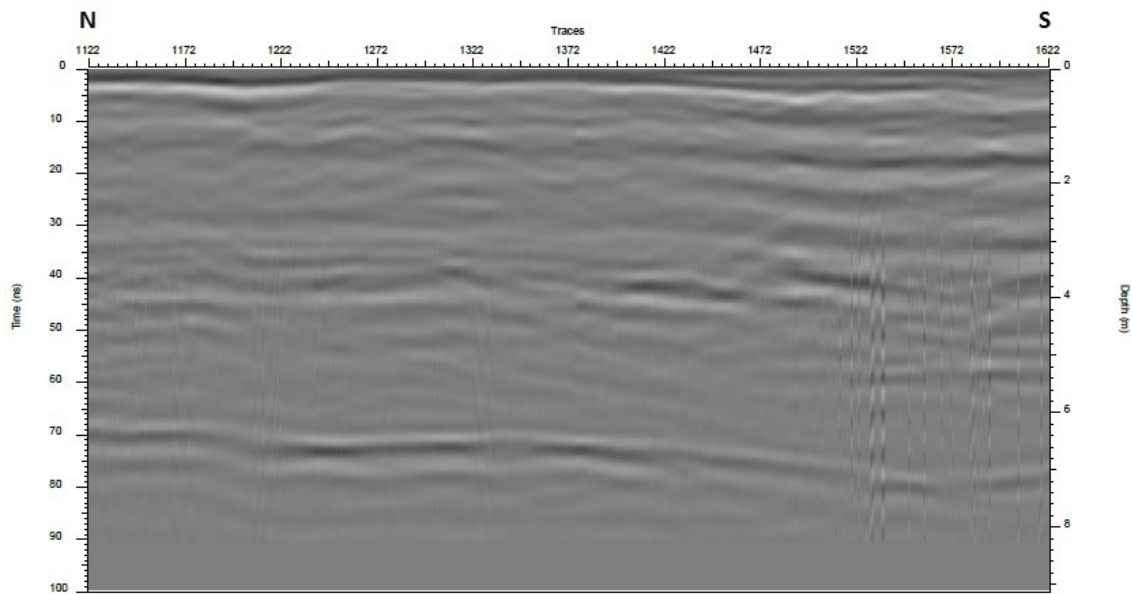


Figura 7 - Perfil de seção longitudinal do paleocanal, antenna de 200 Mhz. Coordenadas E: 7845593; N: 413282.

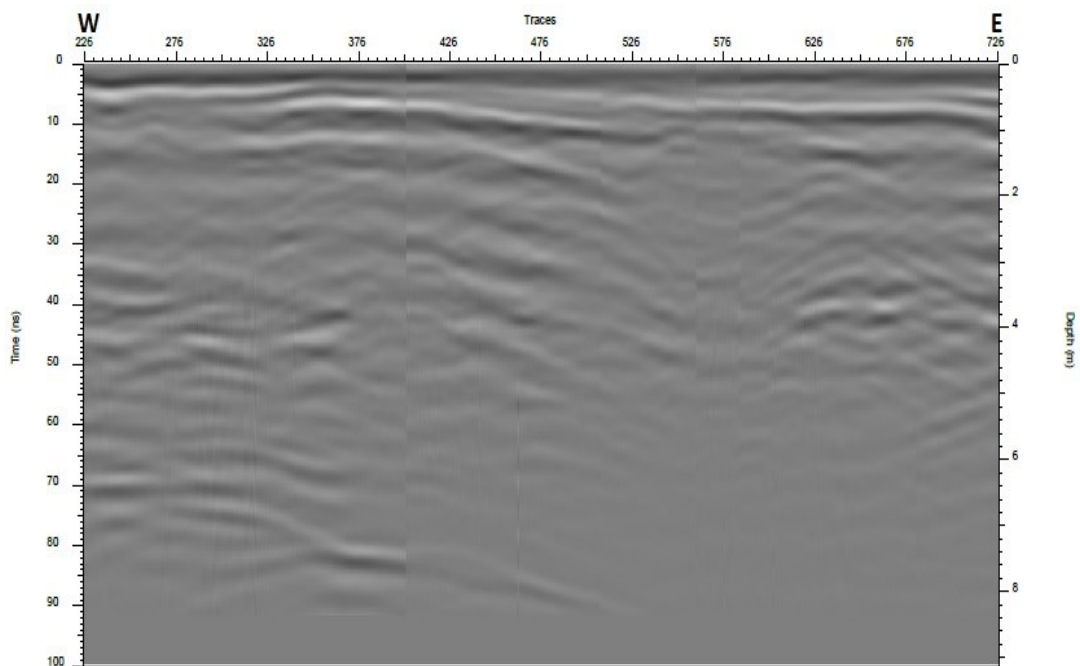


Figura 8 - Perfil em seção ortogonal do paleocanal, antenna de 200 Mhz. Coordenadas E: 7845593; N: 413282

Foi feita uma amostragem em cano de 1 m (Figura 8), que mostra uma granodecrescência ou afinamento granulométrico da base para o topo, de areia mal selecionada, em 10 cm, variando de fino a médio; 40 cm, areia grossa mal selecionada com níveis escurecidos de coloração preta; 50 cm, areia fina a média de seleção moderada.



Figura 9 - Amostra em cano de 1 m no paleocanal.

#### 4 Conclusões

As imagens do satélite RapidEye em composição coloria RGB-543 tiveram excelente eficiência para identificação de variações morfológicas, pois aproveitou-se da boa resolução espacial de 5m das imagens, podendo mostrar que no curso do rio se desenvolvem barras do tipo lateral, linguóides, pontal e remanescentes erodidas, perceptíveis das mais comuns no desenvolvimento de rios entrelaçados (MIALL, 1977 citado por RICCOMINI e COIMBRA, 1995).

A análise das propriedades dos grãos são ferramentas de suma importância para o conhecimento dos processos e agentes de transporte. Visto que através delas certificou-se do transporte de cargas de fundo pelas estratificações de baixo ângulo e subaéreo pelo pequeno que fosse o grau de fosqueamento do grão, assimilados tanto por impacto subaquoso em regime de fluxo inferior, quanto para transporte subaéreo nas partes assoreadas. O transporte em média é atenuado para a fração silte, mostrando um regime de fluxo de baixa energia.

No entanto, a deposição das frações silticas, além de estarem moderadamente selecionadas, podendo referir-se ao último pulso de inundação, reforçado pela marca lamosa encontrada como registro na parede da casa encontrada em campo, e pela moda da análise da curtose, sendo que quanto mais platicúrticas os sedimentos tendem a ser misturas de populações diferentes, e na predominância leptocúrticas são afetados por correntes de fundo ou algum evento deposicional que removeu alguma fração, assim como observado por Tavares et al. (2010). As estratificações de baixo ângulo encontradas também denotam regimes de fluxos inferiores.

O fato de encontrar registro de inundação, provavelmente do final de dezembro do ano de 2013, remonta às edificações naturais de uma planície fluvial de inundação. Mas o que faz acreditar que o rio está sofrendo drásticas mudanças é o quão grande a dimensão do assoreamento do canal fluvial, encontrado em campo no início de fevereiro de 2015, sendo que em meses anteriores correlatos são mostrados com altos índices de precipitação e dias de chuva, e recentemente o fechamento da desembocadura.

O bloqueio da desembocadura do rio Doce pela formação da barra arenosa, está associada aos fatores, precipitação e transporte sedimentar, sendo perceptível a reduzida descarga fluvial e o transporte subaéreo das partes assoreadas da planície de inundação localizadas no médio curso do delta do rio neste período considerado de comportamento climático anômalo, entre a inundação do final de dezembro de 2013 até o forte assoreamento de 2015.

A partir dessa situação, conclui-se que o Rio Doce está passando por uma instabilidade energética, no qual a barreira arenosa está bloqueando a foz e dificultando o influxo sedimentar para o mar, promovendo uma gradação costeira.

Os perfis de GPR mostraram evidências dos processos de sedimentação antiga em vários sítios geomorfológicos deltaicos em profundidades de cerca de 8 m. Padrões hiperbólicos são tidos como obstáculos para a sedimentação, no que nada impede de serem interpretados como bancos coralíneos ou conchedos quando observados em grandes proporções nos perfis.

Da interpretação dos refletores, padrões paralelos ou sub-paralelos, argila e/ou finos, em refletores com contraste liso, e camadas de sal, sem forma geométrica definida. Os sedimentos encontrados provêm das rochas metamórficas da região, de contribuição fluvial (bioclastos) e retrabalhados por ondas. O papel da deriva litorânea atua como agente transportador e gerador dos truncamentos encontrados no perfil da barra de desembocadura como pontal arenoso na deriva litorânea, sua configuração é composta por estruturas de estratificação cruzadas com sentido N-S truncadas, de areias em espessura de camada centimétrica ou métrica, estratos plano-paralelos.

## 5 Referências

BULHÕES, M. R. B; ESTRADA, A. F. D. 2011. Distribuição e Transporte de Sedimentos Costeiros em Ambiente de Baixa Energia. Enseada da Ferradura, Armação de Búzios, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista GRAVEL**. Porto Alegre. V.9, nº, pag 41 – 56.

DOMINGUEZ, J. M. L. **The Coastal Zone of Brazil**. In: DILLENBURG, Sérgio R.; HESP, Patrick A.. *Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer, 2009. Chapter 2. p. 18-51.

ESRI. 2010. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. 1983. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas a desembocaduras dos rios São Francisco (SE/ AL0), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Revista Brasileira de Geociências**, 13(4):93-105.

MUEHE, D. **Geomorfologia Costeira**. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A, J. T. (org.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.253-301, 2005.

POLIZEL, S. P.; CREMOM, E. H.; ROSSETI, D. F. Caracterização de subambientes costeiros com base na análise de superfície de tendência: Exemplo do delta do rio Doce. IX SINAGEO. 2012.

RICCOMINI, C.; COIMBRA, A.M. 1995. **Sedimentação em rios entrelaçados e anastomosados**. Boletim IG-USP, série didática, 6. 44p.

SILVA, C. G.; PATCHINEELAM, S. M.; NETO, J. A. B.; PONZI, V. R. A. (2004). **Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa**. Introdução à geologia marinha. Rio de Janeiro: Interciência, 175-218.

TAVARES, A. C. A.; BULHÕES, E.; ESTRADA, A. F. D. 2010. Distribuição de Fácies Sedimentares e Tendências de Transporte de Sedimentos na Enseada de Manguinhos, Armação dos Búzios, RJ. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 2.

THIELER, E. R.; HIMMELSTOSS, E. A.; ZICHICHI, J. L.; ERGUL, AYHAN. 2009. **Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0**- An ArcGIS extension for calculating shoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.



## Capítulo 6

### **Subsídios para atualização do plano de manejo do Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça visando à recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica utilizando Sistema de Informação Geográfica**

Fabricia Benda de Oliveira<sup>1,2</sup>  
Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira<sup>3</sup>  
Julio Almeida Moreira<sup>2</sup>  
Lorena Louzada da Silva<sup>2</sup>  
Maiara Rodrigues Miranda<sup>4</sup>  
Ledson Alexandre Silveira Sathler<sup>2</sup>  
Lomanto Zogaib Neves<sup>5</sup>  
Reinaldo Baldotto Ribeiro Filho<sup>1</sup>

#### **1. Introdução**

Um dos pressupostos básicos para que uma Unidade de Conservação (UC) atinja seus objetivos é seu correto planejamento e monitoramento, onde serão definidas as diretrizes básicas para o gerenciamento da área e o manejo dos recursos naturais existentes. A partir do conhecimento dos recursos naturais, ambientes da UC e o diagnóstico do seu entorno, estas informações são analisadas e combinadas de tal forma a possibilitar o seu zoneamento e ações de manejo. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma ferramenta importante na execução destes objetivos, pois possibilita a análise integrada dos dados, o que implica em vantagens do ponto de vista quantitativo e qualitativo. O uso de imagens orbitais também tem sido muito empregado para se obter mais informações dessas regiões, que ainda têm carência de maiores estudos e levantamentos. Com essa tecnologia, podemos acompanhar quase que em tempo real as modificações impostas pelo homem na utilização dos recursos naturais da UC.

A definição de estratégias para a conservação da diversidade biológica está condicionada ao conhecimento dos recursos naturais e seu estado de conservação, identificando-se os riscos existentes, suas consequências e potencialidades.

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Gestão Pública, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre - ES

<sup>2</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal do Espírito Santo, CCENS, Alegre – ES

<sup>3</sup> Instituto Federal do Espírito Santo, Ibatiba – ES

<sup>4</sup> Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, CCAE, Jerônimo Monteiro – ES

<sup>5</sup> Doutorando em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina - MG

Subsídios para atualização do plano de manejo do Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça visando à recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica utilizando Sistema de Informação Geográfica

O ecoturismo é uma alternativa potencial de renda, emprego e desenvolvimento das comunidades próximas às UC. Se for trabalhado devidamente, auxilia na preservação, porém caso seja mal explorado pode degradar o meio ambiente. Para que haja um equilíbrio entre a natureza e o turista é imprescindível que seu planejamento seja bem feito (BOO, 1995).

O planejamento é importante para a sustentabilidade econômica, social, cultural, política e ambiental da região, pois utiliza os recursos turísticos preservando os valores ambientais. Diante da necessidade de planejamento em UC, o SIG dá suporte à tomada de decisões.

O SIG é um conjunto de processos que permite armazenar, analisar, recuperar, manipular e manejar grandes quantidades de dados espaciais, utilizando dados geograficamente referenciados e dados não espaciais, produzindo informações úteis na tomada de decisões (CALIJURI e LORENTZ, 2003).

Com o uso do SIG, muitas variáveis podem ser incorporadas ao processo de decisão. Essas variáveis recebem diferentes valores, caracterizando zonas específicas a determinado uso e tornando a análise mais consistente.

Levando-se em consideração a importância ambiental do Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça (PECF), do ponto de vista ambiental, para o estado do Espírito Santo, e a necessidade de proteção dos ecossistemas da Mata Atlântica e suas formações associadas, este projeto visou propor subsídios para atualização do plano de manejo do Parque, enfocando principalmente a recuperação de áreas degradadas por atividades antrópicas na UC e seus impactos evidentes, sendo o impacto turístico o maior problema encontrado no PECF, por acontecer de forma descontrolada. Com isso, propôs-se a identificação das principais causas da degradação da cobertura florestal no PECF, a definição das áreas e ações prioritárias para conservação da Mata Atlântica.

## **2. Metodologia**

### **2.1. Montagem do banco de dados geográfico**

O SIG é uma forma particular de Sistema de Informação aplicado a dados geográficos. É uma ferramenta que possibilita armazenar, recuperar, manipular, analisar e manejar dados espaciais georeferenciados, para gerenciamento de uso do solo, de recursos hídricos, de ecossistemas aquáticos e terrestres, ou de qualquer dado espacialmente distribuído, com o objetivo de auxiliar nas tomadas de decisões (CALIJURI e LORENTZ, 2003).

A utilização de SIG possibilita a análise integrada de um conjunto de dados, proporcionando vantagens do ponto de vista qualitativo e quantitativo.

Segundo BURROUGH (1993), a principal característica de um SIG é a capacidade de transformar e combinar dados espaciais e não espaciais gerando respostas a necessidades do planejamento.

### **2.2. Coleta e georreferenciamento de dados em campo**

Após a identificação dos pontos de interesse, esses pontos foram georreferenciados, ou seja, suas coordenadas serão conhecidas num dado sistema de referência. Serão descritos os



pontos e suas características com a identificação das coordenadas dos mesmos, utilizando-se para tal, aparelhos de GPS. A concepção do Sistema GPS permite que um usuário, em qualquer local da superfície terrestre, tenha a sua disposição no mínimo 4 satélites para serem rastreados, permitindo seu posicionamento em tempo real.

Entre as feições de interesse podemos citar:

- Áreas íngremes (e determinação dessa declividade em carta);
- Áreas de rios e nascentes, cachoeiras e minas d'água;
- Áreas de solo exposto pela utilização excessiva e pisoteamento;
- Áreas de matas fechadas;
- Áreas de campo aberto (utilizadas para fins de turismo);
- Limite do PECF;
- Pontos de acesso ao parque;
- Pontos de maior concentração turística;
- Alguns outros pontos, que no decorrer do trabalho se tornem imprescindíveis aos objetivos propostos.

### 2.3. Processamento de imagens orbitais

O Sensoriamento Remoto pode ser definido como a ciência e a arte de se obter informações de um objeto, área terrestre ou fenômeno, mediante a análise de dados obtidos sem que haja contato direto do instrumento de captação com o alvo (LILLESAND e KIEFER, 1994).

Um dos produtos adquiridos por esse processo são as imagens orbitais que são úteis para elaboração dos mais variados mapas temáticos, bem como utilizadas para o monitoramento dos recursos naturais.

As imagens orbitais possuem distorções geométricas produzidas devido à instabilidade da plataforma e pela rotação da Terra (CRÓSTA, 1992). Para se produzir mapas a partir dessas imagens, devem-se corrigir as distorções e referenciar a imagem a um sistema de coordenadas geográficas.

Essas imagens precisam ser analisadas e processadas para oferecerem informações úteis. Sua classificação baseia-se na resposta espectral dos alvos transformando categorias espectrais em categorias informacionais (BRITES et al., 1996). A classificação consiste em atribuir a cada pixel uma determinada classe, agrupando-os às classes com reflectâncias espectrais mais semelhantes (CRÓSTA, 1992).

A sequência de operações a seguir foi utilizada para processamento digital das imagens de satélite:

Subsídios para atualização do plano de manejo do Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça visando à recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica utilizando Sistema de Informação Geográfica

- **Retificação Geométrica da Imagem Orbital:** A retificação geométrica da imagem será realizada utilizando-se pontos de controle (PC) distribuídos por toda cena e seus homólogos na carta do IBGE. Ao final do processo, será observado o erro médio quadrático e se eles estão dentro dos limites pré-estabelecidos para o objetivo.
- **Classificação Automática da Imagem Orbital:** A classificação que será utilizada é a supervisionada, com o classificador de Máxima Verossimilhança. Serão utilizados os arquivos de assinaturas espectrais das respectivas categorias informacionais para o treinamento do algoritmo, aplicado sobre as bandas 3, 4 e 5 da imagem orbital, devido a baixa correlação existente entre essas bandas, permitindo maior nitidez nos detalhes da resposta espectral.
- **Amostras de Treinamento:** As classes informacionais da classificação serão propostas de acordo com os usos da área, que serão analisados cuidadosamente in loco e serão definidos de acordo com o tipo de uso estabelecido no PECF.
- **Exatidão da Classificação:** A exatidão da classificação será avaliada construindo-se a matriz de erros com os dados da imagem e de referência, através do qual os índices Kappa e exatidão global serão calculados.

#### 2.4. Análise estratégica de decisão

O planejamento ambiental trabalha com muitas variáveis que atuam interativamente e que devem ser analisadas de forma integrada. A Análise Estratégica de Decisão combina critérios úteis na tomada de decisão, objetivando proceder a uma determinada avaliação.

As decisões são tomadas com base em critérios, que são variáveis possíveis de serem medidas e avaliadas. Os critérios podem ser: fatores e restrições. Um fator é um critério que realça ou diminui a adequabilidade de uma alternativa específica, para uma atividade ou objetivo. As restrições são limitadores das alternativas em consideração. O procedimento e a forma para escolha dos critérios e a metodologia para combiná-los são denominados regras de decisão (EASTMAN et al., 1995).

O procedimento e a forma para a escolha dos critérios e a metodologia para combiná-los são denominados regras de decisão, que são os procedimentos para combinar graus de adequabilidade de múltiplos critérios para determinado objetivo (EASTMAN, 1997).

Uma questão fundamental está em estabelecer como determinado atributo interfere no processo, definindo um critério pelo qual ele limitará a resolução do problema. Esse conjunto com características bem definidas é chamado de conjunto fuzzy, isto é, a transição entre membros ou não membros de uma localização. Essa pertinência se dá por uma transição gradual variando de 0 a 255, indicando um aumento contínuo de não membro a membro completo. Ao contrário da lógica booleana onde a condição de pertinência ou não pertinência é abrupta, havendo apenas duas possibilidades bem definidas, 0 ou 1 (CALIJURI e LORENTZ, 2003).

Na Lógica fuzzy multiplicam-se os mapas de adequabilidade referentes a cada fator por um peso específico e faz-se o somatório de todos esses fatores, obtendo-se um valor final de adequabilidade. Quando se utilizam mapas de restrições (booleanos), multiplica-se a

adequabilidade calculada por meio da combinação de fatores pelo produto das restrições (EASTMAN et al., 1995).

A imprecisão está associada à praticamente todos os processos de tomadas de decisões e estas podem ter origem nos dados e nas incertezas das regras de decisão. Incertezas incluem qualquer erro, ambiguidades ou variações na base de dados e nas regras de decisão (EASTMAN, 1997).

Foi utilizado o conceito fuzzy para dar a todas as localizações um valor que represente seu grau de adequabilidade. As restrições manterão um caráter booleano rígido. O método utilizado foi a Combinação Linear Ponderada – WLC (Weighted Linear Combination), que permite a compensação entre os fatores, isto é, nem aversão extrema ao risco nem risco extremo (CALIJURI e LORENTZ, 2003). Os critérios serão definidos objetivando identificar áreas com maior potencial para preservação e uso público/recreação.

As restrições foram definidas para áreas que não atendem aos objetivos básicos de preservação ou uso público.

As áreas foram identificadas através da classificação da imagem orbital feita anteriormente.

Os fatores foram definidos procurando-se analisar aqueles que são mais importantes no estabelecimento dos graus de adequabilidade das áreas em relação aos objetivos de preservação e uso público/recreação.

Alguns fatores são listados a seguir, com uma breve justificativa para sua inclusão:

- Fatores para avaliação do objetivo preservação:
  - Declividade: áreas com declividades maiores são restritas ao uso mais intenso, pois são mais susceptíveis à erosão;
  - Proximidade aos rios: áreas próximas aos rios devem ser mais preservadas por ajudarem na conservação dos recursos hídricos;
  - Proximidade ao solo exposto: áreas instáveis que precisam ser recuperadas e preservadas;
  - Proximidade às áreas de matas: áreas que devem ser alvo de um esforço maior de preservação;
  - Proximidade às áreas de campo aberto: áreas que devem ser alvo de um esforço maior de preservação;
  - Proximidade às nascentes: áreas que devem ser mais preservadas por preservarem os recursos hídricos.
- Fatores para uso público/recreação são os seguintes:

Subsídios para atualização do plano de manejo do Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça visando à recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica utilizando Sistema de Informação Geográfica

- Declividade: as razões são opostas para àquelas listadas para preservação, uma vez que áreas com menor declividade são mais apropriadas para a localização de trilhas interpretativas, infra-estrutura para camping, etc;
- Proximidade aos rios: as paisagens e tipos de vegetação associadas aos cursos d'água possuem os recursos cênicos de maiores valores;
- Proximidade ao limite do parque: acesso mais facilitado, principalmente porque minimiza impactos aos recursos naturais do parque com a construção de novas estradas e trilhas;
- Proximidade aos pontos de acesso: refere-se às principais rodovias e estradas que se localizam próximas ao parque, não tendo a necessidade da construção de outras;
- Proximidade aos pontos turísticos: referem-se aos picos, cachoeiras e pontos mais visitados do parque, áreas aptas ao uso público.

#### 2.4.1. Pontuação de Adequabilidade e Padronização

Foi definida uma escala de pontuação variando de 0 a 255, em que o valor 255 representa a maior pontuação em termos de adequabilidade. Desta forma, os pixels das imagens dos fatores serão assinalados nestes intervalos de valores, dependendo do atributo do valor, ou seja, o valor de declividade, o valor de distância, a mata, etc.

Os mapas de declividade e distância serão pontuados e padronizados por meio da teoria de conjuntos fuzzy, que serão transformados em valores de adequabilidade por meio de funções de pertinência fuzzy. Estas funções podem ser lineares, sigmoidais crescentes, sigmoidais decrescentes, etc. A escolha da função depende da variável e do seu comportamento em relação ao objetivo analisado.

#### 2.4.2. Ponderação dos Critérios

Os pesos dos critérios foram estabelecidos utilizando-se o Processo de Hierarquia Analítica (AHP – “Analytical Hierarchy Process”), desenvolvido por SAATY (1977). Esta técnica possibilita estabelecer os pesos dos critérios usando o autovalor principal de uma matriz quadrada recíproca, por meio de comparações duplas entre os fatores. Os pesos gerados pelo AHP têm sua soma igual a 1, que é uma condição necessária para a combinação linear ponderada dos critérios.

A técnica desenvolvida por SAATY tem sido utilizada em trabalhos envolvendo múltiplos critérios, processos de tomada de decisão e sistemas de informação geográfica (EASTMAN et al., 1995; HICKEY e JANKOWSKI, 1997).

#### 2.4.3. Combinação Linear Ponderada (WLC)

Para obtenção dos mapas finais de adequabilidade para preservação e para uso público/recreação, os valores de adequabilidade de cada fator foram combinados pelo procedimento linear ponderado. Neste procedimento multiplicam-se os mapas de adequabilidade referentes a cada fator por um peso específico e em seguida faz-se o somatório

de todos estes fatores, obtendo-se um valor final de adequabilidade. Como utilizaremos mapas de restrições, ou seja, mapas booleanos, o procedimento será modificado multiplicando-se a adequabilidade calculada por meio da combinação dos fatores pelo produto das restrições (EASTMAN et al., 1995).

### 3. Resultados

Os resultados obtidos foram:

1. Revisão de literatura dos temas de interesse ao projeto;
2. Reunião de dados cartográficos de diversas fontes;
3. Georreferenciamento de dados de interesse;
4. Montagem do banco de dados geográfico e correção dos erros através da edição;
5. Descrição do PECF;
6. Treinamento e preparação dos estudantes envolvidos na utilização de ferramentas básicas relacionadas ao gerenciamento de dados vetoriais e matriciais, na coleta de dados em campo para montagem do banco de dados, utilizando-se GPS, amadurecimento profissional, escrita e apresentação, resultando, respectivamente, em sua participação efetiva nas atividades práticas, e no aprimoramento de sua formação técnica e cidadã;
7. Elaboração de uma apostila sobre técnicas de GPS, que será utilizada para fins didáticos, colocando o estudante em contato com as técnicas de ensino/aprendizado;
8. Criação do banco de dados geográfico;
9. Geração do mapa de uso do solo através de classificação automática de imagens;
10. Análise estratégica de decisão: definição dos critérios, pontuação da adequabilidade e padronização.

Na Figura 1 encontra-se o mapa de adequabilidade ao ecoturismo e na Figura 2, o mapa de adequabilidade de preservação.

# Subsídios para atualização do plano de manejo do Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça visando à recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica utilizando Sistema de Informação Geográfica

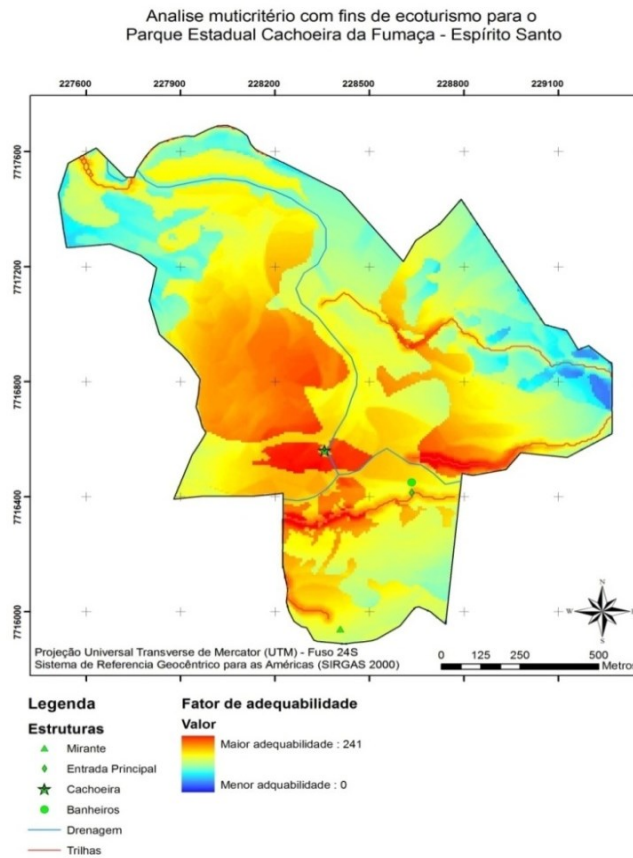


Figura 1. Mapa de adequabilidade para ecoturismo.

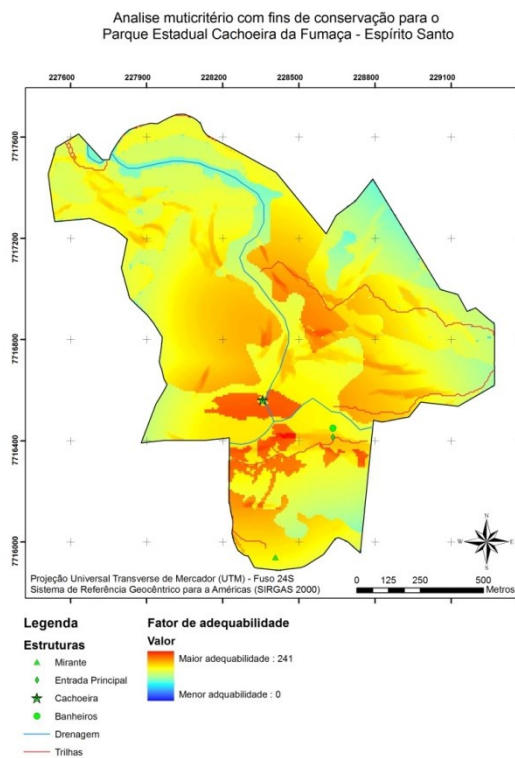


Figura 2. Mapa de adequabilidade para conservação.

#### 4. Discussão e Conclusões

Após a aplicação da Combinação Linear Ponderada foi gerado o mapa de adequabilidade (figura 1) que apresenta os valores variando entre 0 e 255, onde áreas com adequabilidade 0, não possuem nenhum potencial para o ecoturismo e as com valor 255 representam os melhores lugares para visitação do parque.

A partir do mapa da figura 2,   possível selecionar áreas com maior potencial ecotur stico, desenvolvendo assim treinamento específico para os guias do parque com o intuito de melhor conduzir os turistas. Além disso, o mapa nos permite verificar outras áreas que podem possuir boa aptidão e direcionar para a visitação dessas áreas, a fim de explorar melhor as belezas do parque de forma consciente.

Pode-se notar a grande influência do fator cachoeira no mapa final de adequabilidade, já que o mesmo possui o maior peso entre os demais fatores e representa o cartão-postal do parque. Outro fator que influenciou mais no mapa final é o fator de uso dos solos, pois considerando que o parque trata-se de área de mapa Atlântica, essas áreas foram prioritárias nas análises.

Interpretando o mapa através das áreas de baixa aptidão, que são aquelas sem infra-estrutura para visitação e que enfocam a conservação dos recursos podem ser estudadas áreas de acesso e de interesse ao ecoturismo. Para isso, torna-se de fundamental importância definir qual o valor que representa baixa e alta adequabilidade, com intuito de atender os padrões para o ecoturismo na UC.

Após comparação dos dados gerados no mapa da figura 2, definiu-se que adequabilidade abaixo de 75, seriam áreas inadequadas para o ecoturismo. Enquanto que as melhores áreas para realizar essas atividades estariam em torno de 170, atendendo a todos os critérios básicos estabelecidos para práticas relacionadas ao turismo.

Assim, podem-se definir quatro principais áreas com alta adequabilidade totalizando 17,09 ha, que estão próximas da cachoeira, das estruturas do parque e de trilhas, ou então estão em zonas de reflorestamento ou de Mata Atlântica.

Cuzzuol e Lima (2003) utilizaram a sensibilidade do solo, a sensibilidade a dissecação, sensibilidade de Escarpas, Falhas, Foliações e Recursos Hídricos e o uso das terras como fatores para a definição do grau de sensibilidade da área de Proteção Ambiental (APA) Goiapaba-Açú em Fund o-ES com o objetivo de analisar os fen menos naturais que funcionam como reguladores do equilíbrio morfo/pedogênico nas paisagens da região e a avaliação dos impactos antrópicos.

Após a combinação dos fatores, foi gerado o mapa Análise multicritério com fins de conservação para o Parque Estadual Cachoeira da Fumaça – Espírito Santo (Figura 2) com superfície de adequabilidade onde todos os pixels possuem um valor de 0 (menos apto) a 241 (mais apto), resultante da aplicação dos critérios e de sua análise ponderada, que indica sua aptidão individual ao propósito desejado. Representando o zoneamento das áreas mais adequadas   conservação.

A partir da análise do mapa da Figura 2,   possível direcionar o planejamento de operações de controle ambiental e orientar os gestores a atentar para áreas consideradas de risco. Dessa forma observa-se que as principais áreas propensas a medidas de conservação estão próximas

Subsídios para atualização do plano de manejo do Parque Estadual da Cachoeira da Fumaça visando à recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica utilizando Sistema de Informação Geográfica

à cachoeira e às estruturas do parque devido à maior pressão antrópica exercida nesses locais, visto que são as áreas mais utilizadas do parque.

As áreas de pastagem também apontaram maior necessidade de conservação, isso porque a pastagem está em estágio inicial de regeneração e nesse estágio apresenta maior vulnerabilidade, quando comparado à áreas de mata que encontram-se em estágio clímax.

Com esse mapa, podem ser definidas estratégias para projetos de conservação do parque, visando dedicar maiores esforços para áreas específicas e com maior vulnerabilidade, direcionando assim o trabalho dos gestores e poupando recursos financeiros.

A aplicação da análise multicritério aliada a boa base de dados se mostrou bastante eficaz para promover o zoneamento no PECF. O método apresentou resultados satisfatórios na geração de mapas temáticos e facilitou a ponderação dos fatores considerados importantes para o zoneamento, indicando as áreas com maior vulnerabilidade à degradação.

Assim, com o zoneamento da Unidade de Conservação foi possível selecionar áreas aptas ao ecoturismo e a conservação, bem como orientar gestores para restringir o uso em ambientes não adequados e que estão sendo utilizados atualmente.

Utilizando o mapa como guia e observando o potencial turístico do PECF é possível incluir novas atividades de recreação em áreas que possuem grande potencial para uso público, mas ainda não são utilizadas.

A aplicação da análise multicritério aliada a uma boa base de dados foi essencial para promover o zoneamento do PECF. O método facilitou a ponderação dos fatores considerados importantes e apresentou resultados satisfatórios na geração de mapas temáticos.

A interação e a influência de cada fator no zoneamento dependem do objetivo proposto pelos gestores da unidade e contribuem para a produção do plano de manejo.

## 5. Referências

BOO, E. *O Planejamento Ecoturístico para áreas protegidas*. In: LINDBERG, K.; HAWKINS, D.; WESTERN, D., Ed. *Ecoturismo um guia para planejamento e gestão*. São Paulo, SENAC, 1995. 31-37 p.

BRITES, R. S.; SOARES, V. P., RIBEIRO, C. A. A. S. Verificação da exatidão em classificação de uma imagem orbital mediante a utilização de três índices. *Revista Árvore*. Viçosa. V. 20, n. 3, p. 415-424. 1996

BURROUGH, P. A. *Principles of geographical information system for land resources assessment – Monograph on Soil and Resource*. Oxford: Clarendon, 1993. 194p.

CALIJURI, M. L.; LORENTZ, J. F. Apostila do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Análise Multi-critério. Viçosa: UFV, 2003. 73p.

CRÓSTA, A. P. *Processamento de imagens de sensoriamento remoto*. Campinas, SP: Editora IG/UNICAMPI, 1992. 170p.

CUZZUOL, M. G. T.; LIMA, R. N. Análise da Sensibilidade Física da Área de Proteção



Ambiental do Goiapaba-Açú (Fundão-ES): subsídios ao zoneamento ambiental. Santa Teresa: **Natureza online**, p. 28-36, 2003.

EASTMAN, R.; JIN, W.; KYEM, P. A. K.; TOLEDANO, J. **Rasters procedures for multi-criteria/multi-objective decisions**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Bethesda, v.61, n.5, p.539-547, 1995.

EASTMAN, R. **IDRISI for window: user's guide**. Version 2.0 Worcester: Clark University, 1997. Paginação irregular.

HICKEY, R.; JANKOWSKI, P. GIS and environmental decision-making to aid smelter reclamation planning. **Environment and Planning A**. Great Britain, v.29, p.5-19, 1997.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. 2ed. Chichester: John Wiley & Sons, 1994. 750p.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**. n.15, p.234-281, 1977.



## Capítulo 7

### **Uso de Ferramentas do Geoprocessamento na Caracterização Morfométrica de Bacias Hidrográficas Visando Fornecer Informações para o Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos**

Renan Gon Ferreira <sup>1</sup>  
Fábio da Silveira Castro <sup>1</sup>  
Abrahão Alexandre Alden Elesbon <sup>2</sup>  
Márcia Cristina de Oliveira Moura <sup>1</sup>  
Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho <sup>2</sup>  
José Maria de Sousa <sup>1</sup>

#### **1. Introdução**

Bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. Ela é composta de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'águas que confluem até resultar em um único leito no exutório (SILVEIRA, 2009).

De acordo com Tucci (2009) uma bacia hidrográfica pode ser entendida como uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda vazão efluente seja descarregada por uma única saída.

As bacias hidrográficas são consideradas unidades essenciais ao planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, sendo sua caracterização morfométrica fundamental nas tomadas de decisões quanto à conservação das mesmas.

Segundo Guerra e Cunha (2010), as bacias hidrográficas são excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, pois possibilitam acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e as respectivas respostas da natureza. Estes mesmos autores citam ainda que, em nações mais desenvolvidas, a bacia hidrográfica tem sido utilizada como unidade de planejamento e gestão, em favor de sua conservação, ao compatibilizar os diversos usos e interesses pela água e garantir sua qualidade e quantidade.

---

<sup>1</sup> Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Colatina – ES

<sup>2</sup> Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba – ES

## Uso de Ferramentas do Geoprocessamento na Caracterização Morfométrica de Bacias Hidrográficas Visando Fornecer Informações para o Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

Dessa forma, no Brasil, a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelece em seus fundamentos que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), desconsiderando-se assim as fronteiras político-administrativas.

A delimitação da bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais importantes procedimentos adotados quando se visa à sua caracterização morfométrica, pois permite a determinação de diversas características físicas que, ao serem simultaneamente analisadas, permitem conhecer o seu comportamento hidrológico.

A consolidação e o avanço tecnológico que vem ocorrendo na área do geoprocessamento em ambientes de SIG têm contribuído de forma bastante útil na execução de estudos envolvendo delimitação automática de bacia hidrográfica. O SIG pode ser definido como uma ferramenta computacional do geoprocessamento, denotando a disciplina do conhecimento que busca facilitar e agilizar o tratamento e obtenção de informações geográficas, permitindo a realização de análises de dados complexos, fazendo para isso, uso de técnicas matemáticas e computacionais (CÂMARA e DAVIS, 2002)

Neste contexto, o SIG aliado ao surgimento de formas digitais de representação do relevo, como o Modelo Digital de Elevação (MDE), facilita a execução de procedimentos de delimitação, tornando-a mais rápida e obtendo resultados cada vez mais fidedignos à real delimitação natural da bacia, e com reduzida subjetividade (GARBRECHT e MARTZ, 1999).

São comuns os problemas provenientes das enchentes, secas, deslizamentos de terra, erosões do solo e assoreamento de cursos d'água decorrentes das atividades antrópicas e das características físicas das bacias hidrográficas, podendo ser minimizados e prevenidos através de estudos das características morfométricas das mesmas. Tais características podem ser obtidas por meio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na busca por soluções eficientes quanto à gestão da conservação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica.

De acordo com Elesbon (2012), o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica está em função dos seus aspectos climáticos, do seu tipo de cobertura vegetal e de suas características geomorfológicas. Neste sentido, as características físicas, tais como área, perímetro, fator de forma, declividade, coeficiente de compactidade e outras que estejam relacionadas à sua geometria, hidrologia ou relevo, bem como as atividades humanas, influenciam o comportamento hidrológico de uma bacia, resultando por fim em interferências nos processos do ciclo hidrológico.

A conservação de bacias hidrográficas é imprescindível para a manutenção da disponibilidade de água de seus recursos hídricos, sendo de grande importância no uso como mananciais de captação para o abastecimento público.

Estudos realizados pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), apontam que a maior parte das bacias hidrográficas localizadas no estado do Espírito Santo, apresentam diversos problemas tais como à falta de proteção de nascentes, assoreamento de rios e córregos, falta de projetos de proteção ambiental, seca prolongada, falta de conscientização ambiental no meio rural, desmatamento em áreas de preservação permanente (APP), cabeceiras de microbacias, matas ciliares e topos de morro, baixa disponibilidade de água, dentre outras (INCAPER, 2011).

As principais atividades econômicas da região de abrangência da bacia em estudo são: a cafeicultura, pecuária (de corte e para a produção de leite), agroturismo, agroindústria, cultura de eucalipto e fruticultura, deixando assim mais evidente a demanda por disponibilidade e qualidade de água na bacia, sendo que a ausência destas pode acarretar diversos problemas ambientais e socioeconômicos à mesma.

De acordo com o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (2010), a bacia hidrográfica do Rio Pancas, apresentam graves problemas ambientais e em situação de estiagem, poderá ter saldos hídricos negativos, em função da irrigação, o que acarretará em uma demanda de água excede a disponibilidade, denotando a carência por conservação dos recursos hídricos da bacia.

Diante do exposto o trabalho propõe a caracterização morfométrica da bacia de estudo, bem como o fornecer informações acerca do seu comportamento hidrológico atual e tendencial ao longo do tempo, visando subsidiar o gerenciamento e planejamento de seus recursos hídricos e dar suporte às tomadas de decisões quanto à elaboração de projetos de prevenção e defesa contra eventos hidrológicos extremos, bem como, quanto à sua conservação.

É importante ressaltar que neste capítulo tomou-se como estudo de caso a bacia hidrográfica do Rio Pancas que é de grande importância ao meio ambiente, social e econômico dessas regiões, porém a metodologia utilizada poderá ser aplicada no estudo de qualquer bacia hidrográfica.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Área de Estudo**

A área contemplada no presente estudo é a bacia hidrográfica do Rio Pancas que abrange os municípios de Colatina, Pancas, Marilândia e uma pequena porção do município de Baixo Guandu, localizados na região noroeste do estado do Espírito Santo. O clima da área de estudo é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, caracterizando-se como clima tropical úmido com inverno seco. A temperatura mínima no mês mais frio varia entre 11,8 e 18°C e a temperatura média máxima no mês mais quente varia entre 30,7 e 34°C (EMCAPA/NEPUT, 1999).

A bacia hidrográfica situa-se geograficamente entre os meridianos 40°31'18" e 40°58'34" de longitude oeste e entre os paralelos 18°59'45" e 19°31'13" de latitude sul, conforme Figura 1.

# Uso de Ferramentas do Geoprocessamento na Caracterização Morfométrica de Bacias Hidrográficas Visando Fornecer Informações para o Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

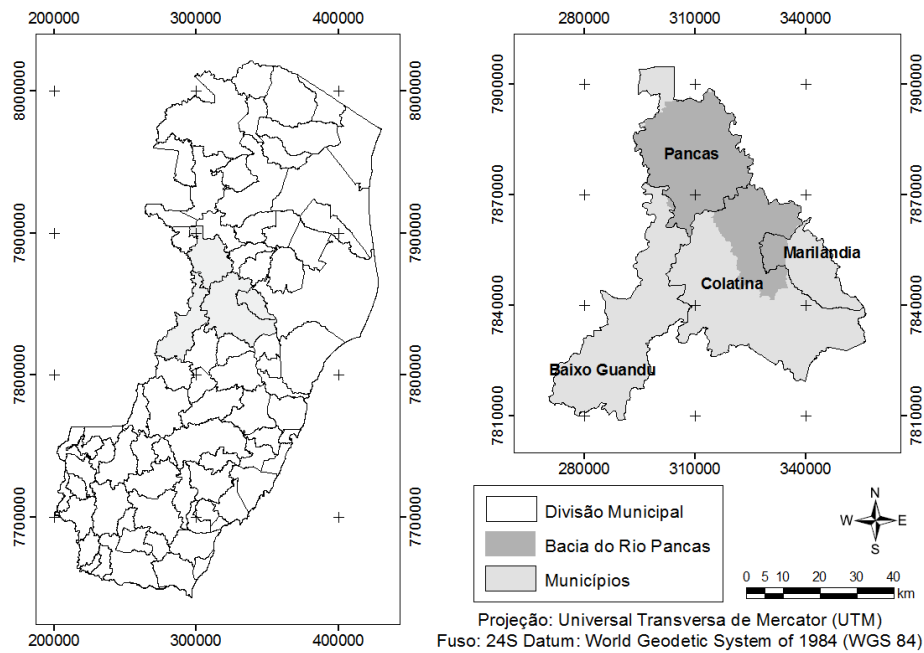


Figura 1 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas – ES

## 2.2 Delimitação da Bacia Hidrográfica

Para a delimitação da bacia de estudo foram utilizados arquivos vetoriais como a malha do estado do Espírito Santo e dos seus municípios, disponibilizados gratuitamente no PORTAL GEOBASES, através do endereço eletrônico <http://www.geobases.es.gov.br/portal/>. Utilizaram-se ainda as imagens de radar *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) que forneceram as altitudes necessárias para a determinação dos parâmetros relacionados à hidrologia, como direção de fluxo, fluxo acumulado, ordenamento de cursos d'água, delimitação da bacia hidrográfica, divisores de água e direção de fluxo principal, sendo adquiridas gratuitamente através do endereço eletrônico <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br> (MIRANDA, 2005).

De posse das imagens de radar SRTM, foi necessário uma série de processamentos computacionais que condicionassem o MDE disponibilizado por tais imagens, à hidrografia da bacia de estudo. Assim, a partir do MDE disponibilizado pelas imagens de radar SRTM, foi gerado o Modelo Digital de Elevação Hidrograficamente Condicionado (MDEHC) que, por sua vez, permitiu a delimitação da bacia.

Para a obtenção do MDEHC, a etapa inicial consistiu no preenchimento das depressões espúrias do MDE, através do módulo “*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Fill*”, seguida da determinação da direção de fluxo e do fluxo acumulado respectivamente, em ambiente de SIG (software ArcGIS 9.3/ArcMap®) através dos módulos “*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Flow Direction*” e “*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Flow Accumulation*”.

De posse de todos os arquivos tornou-se possível a delimitação da bacia de estudo, através do módulo “*Spatial Analyst Tools – Hydrology – Watershed*”, visto que o mesmo identifica da forma mais real possível onde estão os divisores de água da bacia no mundo real.

Todas as etapas metodológicas para delimitação automática da bacia hidrográfica do Rio Pancas estão apresentadas no fluxograma (Figura 2).

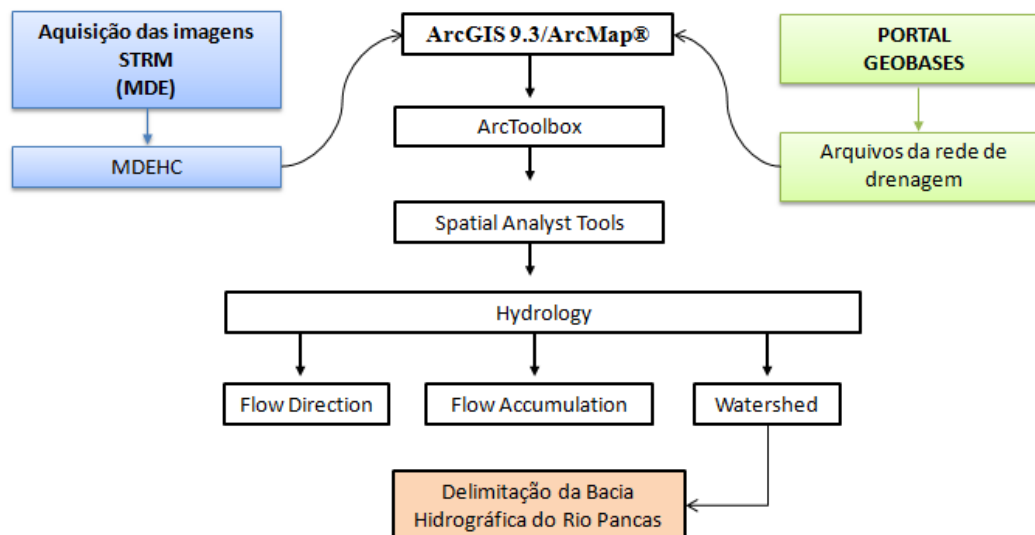


Figura 2 - Fluxograma da Metodologia utilizada na delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas, ES

## 2.3 Determinação das Características Morfométricas

Através das ferramentas do software de SIG ArcGIS 9.3/ArcMap® foi possível mensurar a área e perímetro da bacia de estudo, além de diversos parâmetros relacionados à rede de drenagem e ao seu relevo, tais como: comprimento total dos cursos d'água, declividades e ordenamento dos cursos d'água. Foram determinados os parâmetros físicos básicos e essenciais à determinação de suas características morfométricas, conforme descritos abaixo.

### 2.3.1 Coeficiente de Compacidade

O coeficiente de compacidade pode ser obtido através da Equação (1):

$$\frac{Kc = 0,28 \times P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

onde:

Kc é o coeficiente de compacidade;

P é o perímetro(m); e

A é a área de drenagem da bacia hidrográfica (m<sup>2</sup>).

### 2.3.2 Fator de forma

O fator de forma pode ser obtido através da seguinte Equação (2):

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

onde:

F é o fator de forma;

A é a área de drenagem (m<sup>2</sup>); e

L é o comprimento axial da bacia hidrográfica (m).

### 2.3.3 Índice de Circularidade

O índice de circularidade foi calculado através da seguinte Equação (3):

$$\frac{IC = 12,57 \times A}{P^2} \quad (3)$$

onde:

IC é o índice de circularidade;

A é a área de drenagem (m<sup>2</sup>); e

P é o perímetro da bacia hidrográfica (m).

### 2.3.4 Densidade de Drenagem

A determinação da densidade de drenagem se deu através da relação do comprimento total de todos os cursos d'água (perenes, intermitentes e efêmeros) e a sua área de drenagem, conforme a Equação (4):

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (4)$$

onde:

Dd é a densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>);

Lt é o comprimento total dos cursos d'água (km); e

A é a área de drenagem da bacia hidrográfica (km<sup>2</sup>).

### 2.3.5 Coeficiente de Manutenção

A obtenção deste coeficiente se deu através do cálculo do inverso da densidade de drenagem. O valor 1000 foi empregado com a finalidade de converter a unidade de quilômetro para metros, conforme a Equação 5.



$$C_m = \left( \frac{1}{D_d} \right) \times 1000 \quad (5)$$

onde:

$C_m$  é o coeficiente de manutenção ( $m^2/m$ );

$D_d$  é a densidade de drenagem ( $km/km^2$ ).

### 2.3.6 Coeficiente de Rugosidade

De acordo com Baracuhy et al. (2003), o risco de degradação ambiental em bacias hidrográficas pode ser estimado pelo RN que, por sua vez, é obtido através do produto entre a densidade de drenagem e a declividade média da bacia, conforme a Equação 6.

$$RN = D_d \times H_{dm} \quad (6)$$

onde:

RN é o coeficiente de rugosidade (adimensional);

$D_d$  é a densidade de drenagem ( $km/km^2$ );

$H_{dm}$  é a declividade média ( $m/m$ ).

### 2.3.7 Declividade

Para a classificação da declividade na bacia foram utilizados seis intervalos distintos de classes, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2009), conforme Tabela 1.

Tabela 01 - Classificação das declividades do relevo

Declividade (%)	Discriminação
0 – 3	Relevo Plano
3 – 8	Relevo Suave Ondulado
8 – 20	Relevo Ondulado
20 – 45	Relevo Forte Ondulado
45 – 75	Relevo Montanhoso
> 75	Relevo Escarpado

Fonte: EMBRAPA, 2009.

A declividade do terreno da bacia hidrográfica do Rio Pancas foi determinada através do processamento dos módulos: “*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Surface Analysis – Slope*”

Uso de Ferramentas do Geoprocessamento na Caracterização Morfométrica de Bacias Hidrográficas Visando Fornecer Informações para o Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

e “*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Reclassify*”, onde classificou-se as classes de declividade de acordo com metodologia proposta pela Embrapa (2009).

### **2.3.8 Declividade**

Através do MDEHC e do uso do software de SIG ArcGIS 9.3/ArcMap® por meio de cálculos estatísticos, foi possível a identificação das altitudes máxima, média e mínima presentes no relevo da bacia de estudo, além de possibilitar o estabelecimento e discriminação de classes altimétricas que apresentem a distribuição espacial da altitude pela área de drenagem da bacia.

### **2.3.9 Declividade do Rio Principal**

A determinação do perfil topográfico do Rio Pancas se deu através do software de SIG ArcGIS 9.3/ArcMap® que permitiu a geração do canal principal com cotas interpoladas do MDEHC. Para tal determinação foi necessário o processamento do módulo “*3D Analyst – Convert – Features to 3D...*”, onde se definiu como fonte das cotas o MDEHC.

### **2.3.10 Ordenamento dos Cursos D’água**

Para a classificação hierárquica dos cursos d’água, adotou-se o método proposto por Strahler (1957), onde é considerando que os menores canais, sem tributários, são de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordem; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores, e assim sucessivamente.

Procedeu-se então o processamento dos dados através dos módulos “*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Stream Link*” e “*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Stream Order*”, respectivamente. Desse modo, obteve-se a rede hidrográfica hierarquizada em imagem matricial. Em seguida, converteu-se esta hidrografia numérica (raster) em um arquivo de linhas, originando a hidrografia vetorial. Esta conversão foi executada mediante o emprego do módulo “*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Hydrology – Stream Feature*” e visou facilitar e melhorar a visualização, aperfeiçoar a apresentação gráfica da hidrografia e permitir a rotulação de cada afluente da rede de drenagem.

## **3. Resultados**

Na Figura 3 é apresentada a delimitação da bacia de estudo, onde foi possível observar que a mesma apresenta uma área de drenagem de 1.110,17 km<sup>2</sup>, perímetro de 232,10 km e um comprimento axial (da foz ao ponto mais longínquo do espigão) de 60,77 km.

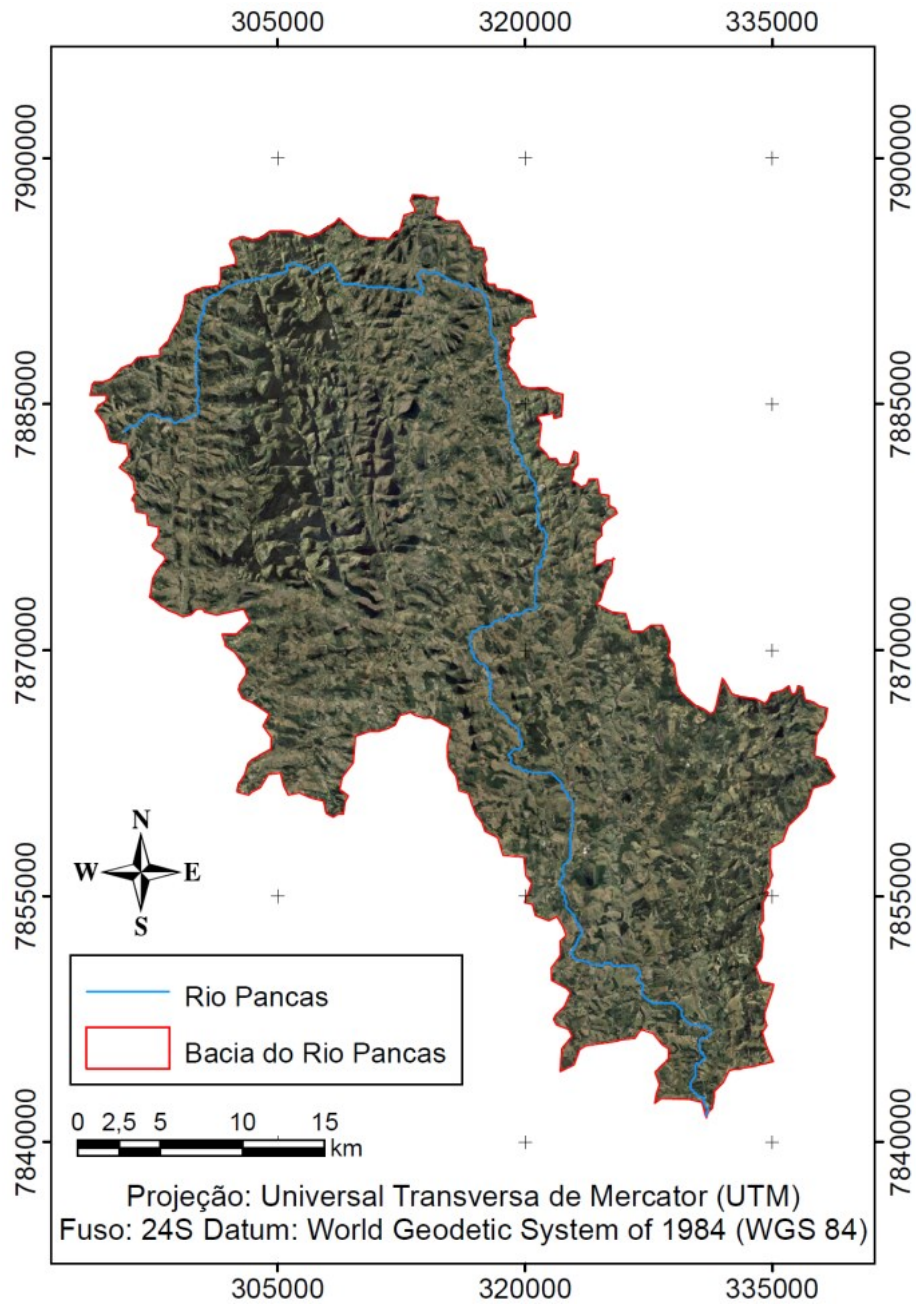


Figura 3 – Mapa de delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas – ES

Assim, a delimitação da bacia possibilitou constatar que o município de Pancas é o que mais ocupa a área da bacia, sendo responsável por cerca de 62,75% de sua área total que resulta em 696,67 km<sup>2</sup> da bacia. Nesse contexto, o gráfico abaixo (Figura 4) apresenta a área que cada município constituinte da bacia de estudo ocupa.

Uso de Ferramentas do Geoprocessamento na Caracterização Morfométrica de Bacias Hidrográficas Visando Fornecer Informações para o Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

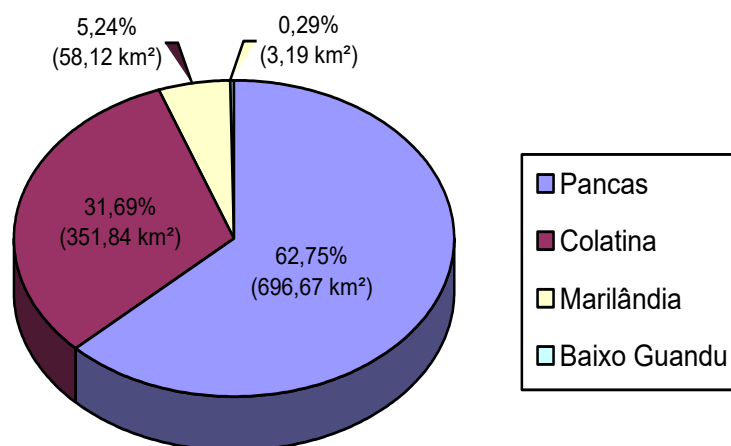


Figura 4 – Municípios abrangidos pela Bacia Hidrográfica do Rio Pancas – ES

A determinação dos parâmetros morfométricos da bacia do Rio Pancas foram calculados e apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Características morfométricas da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas, ES

<b>Características Geométricas</b>	
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	1.110,17
Perímetro (km)	232,10
Comprimento axial da bacia (km)	60,77
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,95
Fator de forma (F)	0,30
Índice de circularidade (IC)	0,26
<b>Características do Relevo</b>	
Declividade máxima (%)	285,54
Declividade média (%)	28,16
Declividade mínima (%)	0,00
Altitude máxima (m)	885,00
Altitude média (m)	268,23
Altitude mínima (m)	31,00
Coefficiente de rugosidade (RN)	22,30
<b>Características da Rede de Drenagem</b>	
Comprimento total de todos os canais (km)	863,78
Comprimento do canal principal (km)	107,39
Densidade de drenagem (km/km <sup>2</sup> )	0,78
Coefficiente de manutenção (m <sup>2</sup> /m)	1.282,05
Ordem	4

O fator de forma (0,30) e o coeficiente de compacidade (1,95) obtidos, indicam que a bacia hidrográfica do Rio Pancas possui baixa susceptibilidade à ocorrência de enchentes em condições normais de precipitação. Tal fato é reforçado pelo índice de circularidade (0,26) que apresenta valor afastado da unidade, denotando que a bacia de estudo possui forma alongada.

As bacias hidrográficas que apresentam formato alongado dispõem de uma capacidade de drenagem diferente das bacias com formato circular, uma vez que estas possuem a característica de direcionar os escoamentos superficiais para um ponto em comum, demandando dessa forma uma elevada eficiência de drenagem para o impedimento da ocorrência da inundação.

No entanto, é importante ressaltar que é necessário desconsiderar as ocorrências de precipitações de intensidades anormais e demais eventos hidrológicos extremos, quando o intuito é afirmar que a mesma possui baixa susceptibilidade à ocorrência de enchentes. Tal afirmação é evidenciada pelo fato da bacia não dispor de uma densidade de drenagem que assegure o impedimento da ocorrência de inundação, isto é, o extravasamento do canal.

A densidade de drenagem (0,78 km/km<sup>2</sup>) encontrada para a bacia de estudo, indicou baixa capacidade de drenagem quando comparada com os limites estabelecidos por Christofolletti (1974), que considera mal drenadas as bacias que possuem valor de densidade de drenagem até 7,5 km/km<sup>2</sup>. Vale salientar que a densidade de drenagem obtida corresponde à escala do MDE disponibilizado pelo SRTM, que segundo Miranda (2005), equivale às cartas do IBGE na escala de 1:250.000.

Ainda de acordo com a Tabela 2, a bacia hidrográfica do Rio Pancas apresenta ainda grande variação de altitude, com mínima de 31 m e máxima de 885 m, apresentando uma altitude média de 268,23 m, o que pode ser mostrado na Figura 5.

As classes altimétricas que apresentam as maiores elevações da bacia (623 – 885 m) são espacialmente mal distribuídas, concentrando-se principalmente em Pancas, município em que está situada a nascente do rio principal da bacia de estudo. Tais elevações se devem, principalmente, pela presença de afloramentos rochosos no território do município, podendo a mesma ser evidenciada pela Ortofotomosaico 2007/2008 do IEMA.

As maiores altitudes encontradas na bacia de estudo decorrem da existência dos afloramentos rochosos denominados Pontões Capixabas, que no estado do Espírito Santo situam-se nos municípios de Pancas e Águia Branca. Por assumirem papel de Unidades de Conservação, os Pontões devem ter seus recursos naturais devidamente protegidos, visto que a degradação dos mesmos colocariam em risco a fauna e a flora de seus ecossistemas.

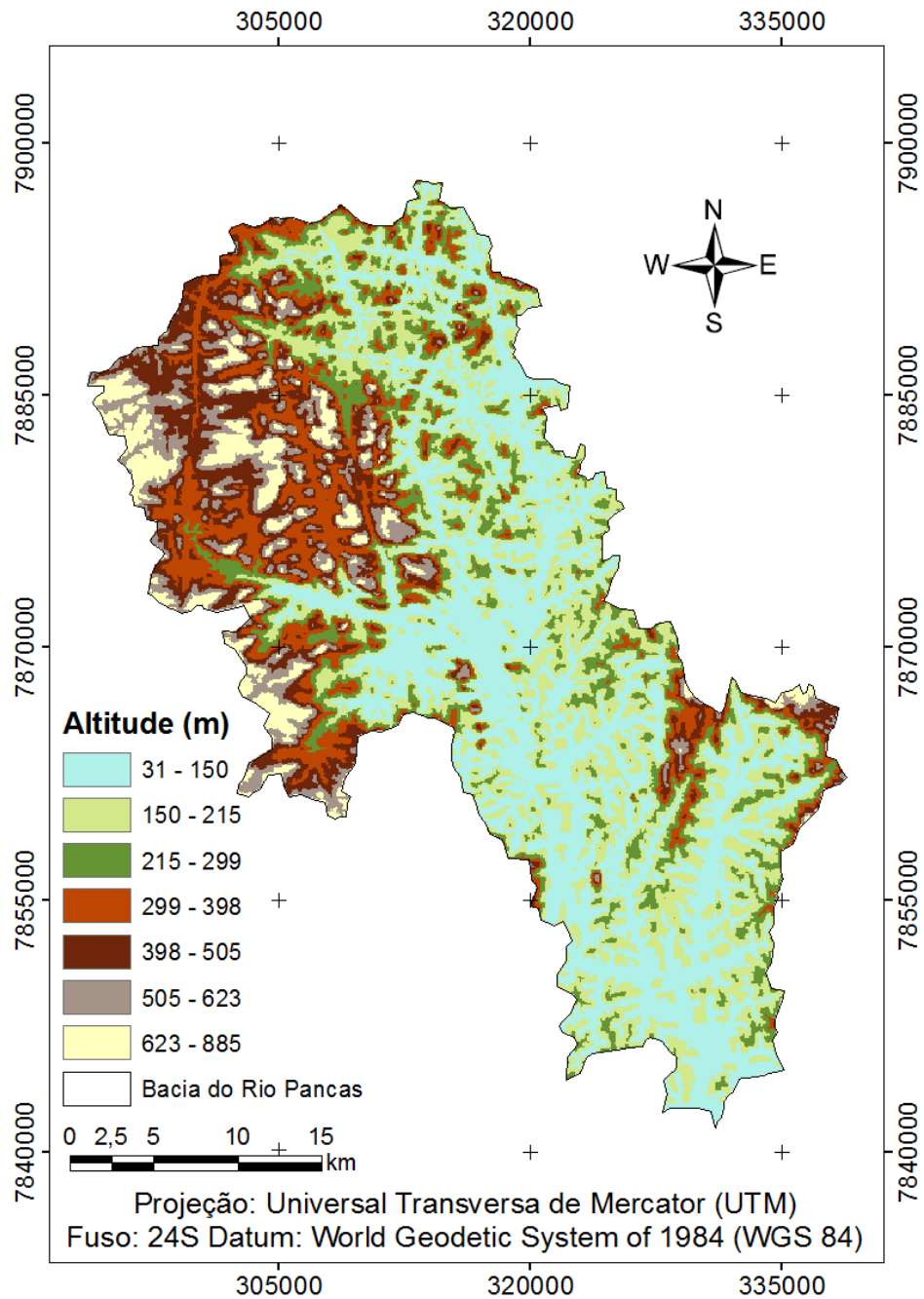


Figura 5 – Distribuição espacial da altitude na Bacia Hidrográfica do Rio Pancas, ES

Os valores de altitude que representam a distribuição do relevo ao longo da área de drenagem da bacia podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 – Distribuição da altitude de acordo com a área da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas, ES

Altitude (m)	Área (km <sup>2</sup> )	%
21 – 149	331,16	29,83
149 – 215	272,06	24,50
215 – 300	137,87	12,42
300 – 401	124,34	11,19
401 – 501	112,66	10,15
501 – 629	80,57	7,26
629 – 885	51,59	4,65

De acordo com a Tabela 3 é possível notar que a maior parte da bacia de estudo possui 29,82% ou 331,16km<sup>2</sup> de sua área ocupada por relevo de altitude entre 31 e 150m, sendo que em 4,64% ou 51,59km<sup>2</sup> desta área o relevo apresenta altitude entre 623 e 885m.

Sendo assim, constata-se que são pequenas as áreas em que as altitudes são mais abruptas, ocorrendo principalmente onde se situam os maciços rochosos ou Pontões Capixabas, enquanto a maior parte da área de drenagem é ocupada por superfícies de altitudes mais suaves.

Segundo Castro Jr. (2001), em altitudes elevadas, a temperatura é baixa e, por isso, pouca quantidade de energia é utilizada para evaporação da água, ao passo que em altitudes baixas, quase toda a energia absorvida é usada para evaporação da água, sendo assim, os afloramentos rochosos e as maiores altitudes da bacia de estudo favorecem uma condição de pouca perda de água, em termo de evaporação, na região abrangida.

É importante salientar que a conservação da cobertura vegetal presente na bacia é imprescindível e requer atenção, pois a existência de casos de retirada da mesma representaria uma ameaça iminente à quantidade e qualidade de água dos recursos hídricos da mesma. Estes podem ser afetados, por exemplo, pela ocorrência de erosões e assoreamentos, decorrentes do aumento da susceptibilidade de desagregação e transporte das partículas do solo, uma vez que o mesmo esteja desprovido de proteção.

A Figura 6 apresenta a distribuição espacial das classes de declividade na bacia hidrográfica do Rio Pancas, de acordo com os métodos de classificação de declividade propostos pela Embrapa (2009).

Uso de Ferramentas do Geoprocessamento na Caracterização Morfométrica de Bacias Hidrográficas Visando Fornecer Informações para o Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

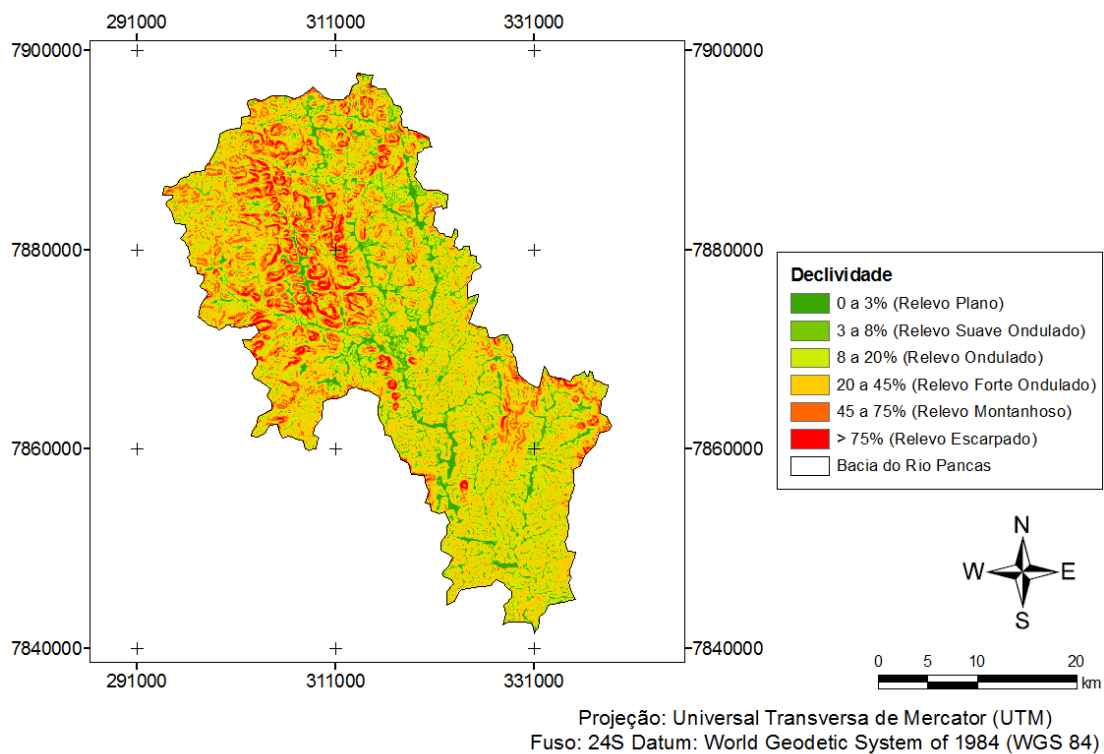


Figura 6 – Distribuição espacial das classes de declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas, ES

A Figura 6 ainda mostra que o relevo é forte ondulado é predominante em relação às outras classes, sendo que 43,96% que corresponde a 488,02km<sup>2</sup> da área total da bacia hidrográfica do Rio Pancas está compreendida entre as classes de 20 e 45% de declividade, conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Distribuição das classes de declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas, ES, conforme classificação proposta pela Embrapa (2009).

Declividade (%)	Discriminação	Área (km <sup>2</sup> )	%
0 – 3	Relevo Plano	58,57	5,28
3 – 8	Relevo Suave Ondulado	98,16	8,84
8 – 20	Relevo Ondulado	285,51	25,71
20 – 45	Relevo Forte Ondulado	488,02	43,96
45 – 75	Relevo Montanhoso	138,88	12,51
> 75	Relevo Escarpado	41,12	3,70

A velocidade de escoamento superficial da água está relacionada à declividade do terreno pelo qual a mesma passa, sendo que a ausência de cobertura vegetal favorece o aumento desta velocidade, bem como o impacto da precipitação ao atingir o solo, o que aumenta sua tendência à erosão, assoreamento de recursos hídricos e redução do suprimento de água para infiltração no solo e abastecimento dos aquíferos, indicando. Portanto, diante dos dados apresentados na Tabela 4 há a necessidade de se conservar e reflorestar as áreas de cobertura vegetal degradadas



em suas superfícies vertentes. Conforme Monegat (1991), o impacto das gotas de chuva no solo desprotegido de forma direta é responsável por 95% da ocorrência de erosões hídricas.

Dessa forma, são necessárias ações de conservação de solo e água na bacia, a fim de se evitar a ocorrência de assoreamento, que por sua vez acarreta, entre outros prejuízos a um corpo d'água, a redução da sua capacidade de armazenamento, aumentando sua probabilidade de sofrer inundações, além de contribuir para a degradação da qualidade de suas águas.

A expressiva atividade econômica no setor agrícola presente na bacia aponta para a evidente e constante necessidade de manutenção da cobertura vegetal nas superfícies vertentes, além do reflorestamento das áreas degradadas e uso racional das águas superficiais dos recursos hídricos. Estas ações são essenciais na conservação de solo e água, visto que a bacia hidrográfica do Rio Pancas apresenta elevado potencial de degradação destes recursos, principalmente em função de altas declividades associadas às áreas em que a cobertura vegetal está degradada ou foi suprimida.

Com relação à hierarquização dos cursos d'água, a bacia hidrográfica do Rio Pancas apresentou um maior número de canais de ordem primária e configura-se como de quarta considerando-se os critérios de ordenamento propostos por Strahler (1957), conforme mostrado na Figura 7.

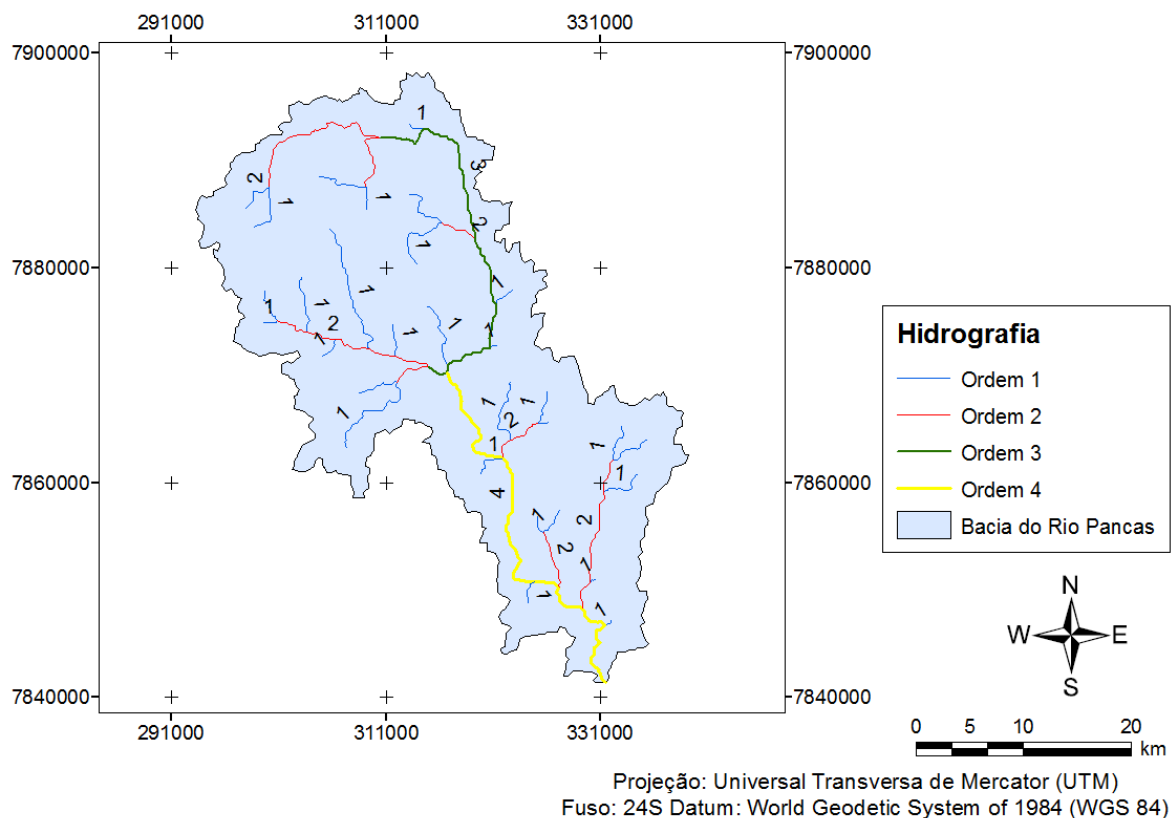


Figura 7 – Hierarquização dos cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Pancas, ES

É importante ressaltar que quanto mais ramificado é o sistema fluvial de uma bacia, mais eficiente é sua rede de drenagem. Para Hott e Furtado (2005), declividades acentuadas são favoráveis à formação de canais em uma bacia. No entanto, o o aspecto área, no caso da bacia

## Uso de Ferramentas do Geoprocessamento na Caracterização Morfométrica de Bacias Hidrográficas Visando Fornecer Informações para o Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

de estudo, foi determinante para o grau de ramificação da rede de drenagem, devido à mesma ser de grande extensão.

### 4. Discussão e Conclusões

O emprego de técnicas de geoprocessamento em ambiente de SIG, mostrou-se eficaz no interesse de se conhecer os riscos provenientes do comportamento hidrológico em função da morfometria da bacia hidrográfica, apresentando-se cada vez mais favorável às ações de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos.

O uso do SIG torna-se uma maneira rápida, fácil e precisa na delimitação de bacias hidrográficas, além da determinação de vários parâmetros morfométricos tais como área, perímetro e comprimento do rio, entre outros, o que auxilia a gestão e o gerenciamento dos recursos hídricos, mostrando-se uma alternativa prática e viável ao minimizar custos e tempo na execução dos trabalhos.

Analisando a bacia hidrográfica do Rio Pancas, conclui que esta possui formato alongado e, portanto, indica baixa susceptibilidade à ocorrência de enchentes, excetuando-se os casos de precipitações com intensidades anormais e demais eventos hidrológicos extremos.

O relevo da bacia é forte ondulado, com declividade média de 28,16%, sendo sua altitude média de 268,23m, o que indica uma demanda de manutenção da cobertura vegetal de suas superfícies vertentes, visando impedir interferências nos processos naturais de infiltração de água no solo e assegurar o suprimento de água para abastecimento regular do aquífero.

Diante do estudo, fica evidente a necessidade de conservação dos recursos naturais da bacia hidrográfica do Rio Pancas, com o intuito de assegurar a disponibilidade e qualidade de água para as regiões abrangidas, de modo que atenda as necessidades da população residente da mesma, além de gerações futuras e para o progresso de seu desenvolvimento econômico.

### 5. Referências

BARACUHY, J. G. et al. Deterioração físico-conservacionista da microbacia hidrográfica do riacho Paus Branco, Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 7, n.1, p. 159-164, abr. 2003.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 08 jan. 1997. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=09/01/1997&jornal=1&pagina=4&totalArquivos=64>> Acesso em: 10 outubro 2017.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Capítulo 1: Apresentação. In: CÂMARA, G; DAVIS, C e MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. 2002. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> Acesso em: 05 outubro 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. Edgard Blüncher, São Paulo – SP, 1974. 188 p.

ELESBON, A. A. A. **Gestão de recursos hídricos: análises estatísticas multivariadas em suporte à regionalização de vazões e proposta metodológica para avaliação, rearranjo e otimização de redes de monitoramento hidrométrico.** 2012. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009. XXVI, 412p, ISBN 85-85864-04-4.

EMCAPA/NEPUT. Mapa das Unidades Naturais do Estado do Espírito Santo. Espírito Santo: Vitória, 1999. 1 mapa, 87 cm x 114 cm. Escala 1:400.000.

GARBRECHT, J.; MARTZ, L. W. Digital elevation model issues in water resources modeling. In: ESRI, USERS CONFERENCE, 19., 1999, San Diego. **Proceedings...** San Diego: 1999. Disponível em: <<http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap866/p866.htm>> Acesso em: 05 outubro 2017.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S. B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 337-379.

HOTT, M. C.; FURTADO, A. L. S. **Metodologia para a determinação automática de parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas.** Embrapa – Monitoramento por Satélite. Documento 43. Campinas – SP. 2005.

INCAPER. Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011-2013: planejamento e programação de ações – (2011). [S.l.: s.n], 2011.

MIRANDA, E. E. de.; (Coord.). **Brasil em Relevo.** Campinas – SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>> Acesso em: 04 agosto 2012.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades.** Chapecó: Edição do Autor, 1991. 336 p.

SILVEIRA, A.L.L. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4. ed. 1ª reimp. - Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. p. 621 -658.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **New Halen: Transactions, American Geophysical Union**, v. 38, p. 913-920, 1957.

TUCCI, C.E.M. Controle de Enchentes. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4. ed. 1ª reimp. - Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. p. 621 -658.



## Capítulo 8

### Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

Sarah Golzio dos Santos<sup>1</sup>  
Juscelino Alves Henriques<sup>2</sup>  
Rui de Oliveira<sup>3</sup>  
Iana Alexandra Alves Rufino<sup>4</sup>

#### 1. Introdução

A água é um recurso natural indispensável à manutenção da vida. Ela é utilizada em todos os segmentos da sociedade estando presente no uso doméstico, comercial, industrial, público e agrícola. Entretanto, a intervenção antrópica no ciclo natural da água tem provocado mudanças na sua disponibilidade e qualidade.

Desse modo, a água se torna um recurso cada vez mais escasso e com qualidade comprometida em função do crescente desmatamento, processos de erosão e assoreamento dos mananciais superficiais, lançamentos de efluentes e detritos industriais e domésticos. Consequentemente é cada vez maior a preocupação relacionada ao abastecimento público em termos de qualidade e quantidade (BRASIL, 2006b).

De acordo com a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde o sistema de abastecimento de água para consumo humano é definido como “a instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão”. Portanto, garantir uma maior segurança às populações e fornecer infraestrutura, priorizando a superação de riscos à saúde impostos pela água é de fundamental importância.

A água potável é definida como “aquela que é apropriada para o consumo humano e cujos indicadores biológicos, microbiológicos, físicos, químicos e radioativos, atendem ao padrão de

---

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (UFCG). Graduada em Geoprocessamento e Técnica em Saneamento pelo Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba.

<sup>2</sup> Professor do Instituto Federal do Espírito Santo – IFES Campus Ibatiba. Doutorando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental (UFCG). Engenheiro Sanitarista e Ambiental (UEPB).

<sup>3</sup> Professor da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). PhD em Engenharia Civil (Leeds University). Mestre em Engenharia Civil (UFPB). Engenheiro Civil (UEMA).

<sup>4</sup> Professora da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutora em Recursos Naturais (UFCG). Mestre em Arquitetura e Urbanismo (USP). Engenheira Civil (UFPB).

potabilidade e não oferecem riscos à saúde” (BRASIL, 2004). A determinação individual de organismos patogênicos na água é complexa, lenta e onerosa, devido à diversidade desses microrganismos na água. Desse modo, é utilizada a técnica de se verificar a presença de organismos indicadores, ou seja, organismos facilmente identificáveis cuja ocorrência está correlacionada à presença de organismos patogênicos. Segundo Libânio (2008), a prática da avaliação da qualidade da água para consumo humano no Brasil centra-se na verificação da presença de bactérias do grupo coliforme, significando que sua ausência na água representa a garantia da ausência de certos microrganismos que, sendo de origem intestinal atestam a presença de fezes na água, prestando-se como bons indicadores da eficácia do tratamento e da integridade da distribuição de água.

Outro indicador importante que assume papel semelhante e auxiliar ao dos coliformes são as bactérias heterotróficas, definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes. A contagem de bactérias heterotróficas pode sinalizar a deterioração da qualidade da água no sistema de distribuição, pois esses microrganismos indicam a presença de matéria orgânica biodegradável que pode ser decorrente de manutenção deficiente do sistema de abastecimento, com relação à colonização e formação de biofilmes nas canalizações e reservatórios bem como de falhas no tratamento da água, particularmente na desinfecção (BRASIL, 2006d). Entre os determinantes para o seu crescimento no sistema de distribuição estão a estagnação da água em determinados trechos, perda de desinfetante, altos níveis de carbono orgânico assimilável na água, temperatura e maior disponibilidade de nutrientes específicos (UNICEF, 2008).

De acordo com a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2006a), a avaliação da água tratada visa verificar o atendimento sistemático, ao longo do tempo, do padrão de potabilidade, apresentando-se, também, como mecanismo indispensável de controle dos processos de tratamento empregados. Segundo o Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2006b), tanto o controle da qualidade da água, exercido pela entidade responsável pela operação do sistema de abastecimento de água, quanto a sua vigilância, através dos órgãos de saúde pública, são instrumentos essenciais para a garantia da proteção à saúde dos consumidores.

Uns dos grandes desafios para pesquisadores e profissionais que atuam na vigilância da qualidade da água para consumo humano é a busca por metodologias que permitam a identificação precoce de possíveis riscos à saúde associados à má qualidade da água para consumo.

No planejamento das ações de vigilância o passo inicial é realizar o diagnóstico das condições do consumo de água através dos indicadores de degradação da qualidade da água, e a partir das informações geradas, realizar uma sistematização das ações da vigilância. Essas informações visam satisfazer dois princípios fundamentais, a representatividade e a abrangência espacial dos indicadores que possibilitam a caracterização da qualidade da água, permitindo a identificação de fatores de risco e populações vulneráveis, ou seja, expostas ao risco (consumo de água).

O uso de geotecnologias, no planejamento das ações de vigilância, apresenta um grande potencial como instrumento de planejamento e de geração de análises e informações necessárias para uma rápida e eficaz tomada de decisão. O Geoprocessamento, segundo Silva (2007), tem como finalidade principal transformar o registro de ocorrências (dados) em ganhos de

conhecimento (informação), com o apoio de estruturas de percepção de fenômenos ambientais que proporcionem a transformação de dados geograficamente referenciados em informação.

Na perspectiva moderna da gestão da qualidade da água, toda ação de planejamento, monitoramento e vigilância da qualidade deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente. O geoprocessamento, através das suas ferramentas, possibilita a criação de modelos digitais permitindo a análise de diferentes componentes, ou seja, variáveis que, direta ou indiretamente, podem afetar a qualidade da água.

A qualidade da água pode mudar no tempo e espaço, sendo importante que se tenha seus registros históricos permitindo avaliar sua distribuição e sua evolução espacial e temporal. Segundo Brasil (2006a) a organização e análise das informações em banco de dados por séries temporais permitem a identificação de variações sazonais da qualidade da água, o que pode orientar a operação do tratamento e a especulação sobre possíveis fontes de contaminação do manancial, subsidiando eventuais inspeções sanitárias.

Uma base de informações atualizadas pode ser traduzida em plantas e mapas, guardadas e manipuladas em meios eletrônicos com a aplicação de SIG. Trabalhos desenvolvidos na área de modelagem da qualidade da água têm apresentado bons resultados, como o de Zeilhofer *et al.* (2007), que desenvolveu uma aplicação de SIG utilizando técnicas de análise espacial para avaliar problemas da qualidade de água de consumo e riscos de doenças entéricas em um bairro da classe média baixa em Mato Grosso.

Nesse sentido o conjunto de ações desenvolvidas na vigilância da qualidade da água para consumo humano como, por exemplo, planos de monitoramento, atividades de cadastro e inspeções sanitárias são importantes para o desenvolvimento de sistemas de vigilância e a identificação de fatores de risco e populações vulneráveis, expostas ao risco no consumo de água. Porém, todas essas atividades podem gerar um extenso volume de informações a serem sistematizadas e analisadas e, conseqüentemente, o SIG se torna um instrumento relevante para a sistematização e análise dessas informações subsidiando o planejamento e a execução das ações desenvolvidas no controle e vigilância da qualidade da água.

Assim, a utilização de técnicas de levantamento posicional, mapeamento e integração das informações permitem, em uma só plataforma, a visualização global dos dados. Essas técnicas constituem ferramenta para analisar e identificar espacialmente pontos críticos/vulneráveis (fatores de risco) do sistema de abastecimento de água, através de mapas de intensidade.

Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho é avaliar a degradação da qualidade da água do sistema de distribuição de Campina Grande através da distribuição espacial de bactérias heterotróficas com a utilização de Sistemas de Informações Geográficas. Os objetivos específicos propõem: a) Integrar informações sobre as características sócio-demográficas e de infraestrutura analisando o perfil da comunidade abastecida; b) Analisar a ocorrência de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água utilizando Sistema de Informações Geográficas; c) Relacionar a distribuição espacial de bactérias heterotróficas com outros indicadores da qualidade da água (cloro residual livre e turbidez).

## 2. Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido na cidade de Campina Grande-PB, sede do município de mesmo nome cujas coordenadas geográficas são 7° 13' 50" Sul e 35° 52' 52" Oeste. Segundo

## Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

dados do IBGE (2008), o município, com área de aproximadamente 621 km<sup>2</sup>, tem uma população em torno de 400000 habitantes, e encontra-se a 120 km da capital do estado da Paraíba, João Pessoa (Figura 1). O clima da região é do tipo semiárido apresentando temperatura média anual em torno de 22,0 °C (AESA, 2009).

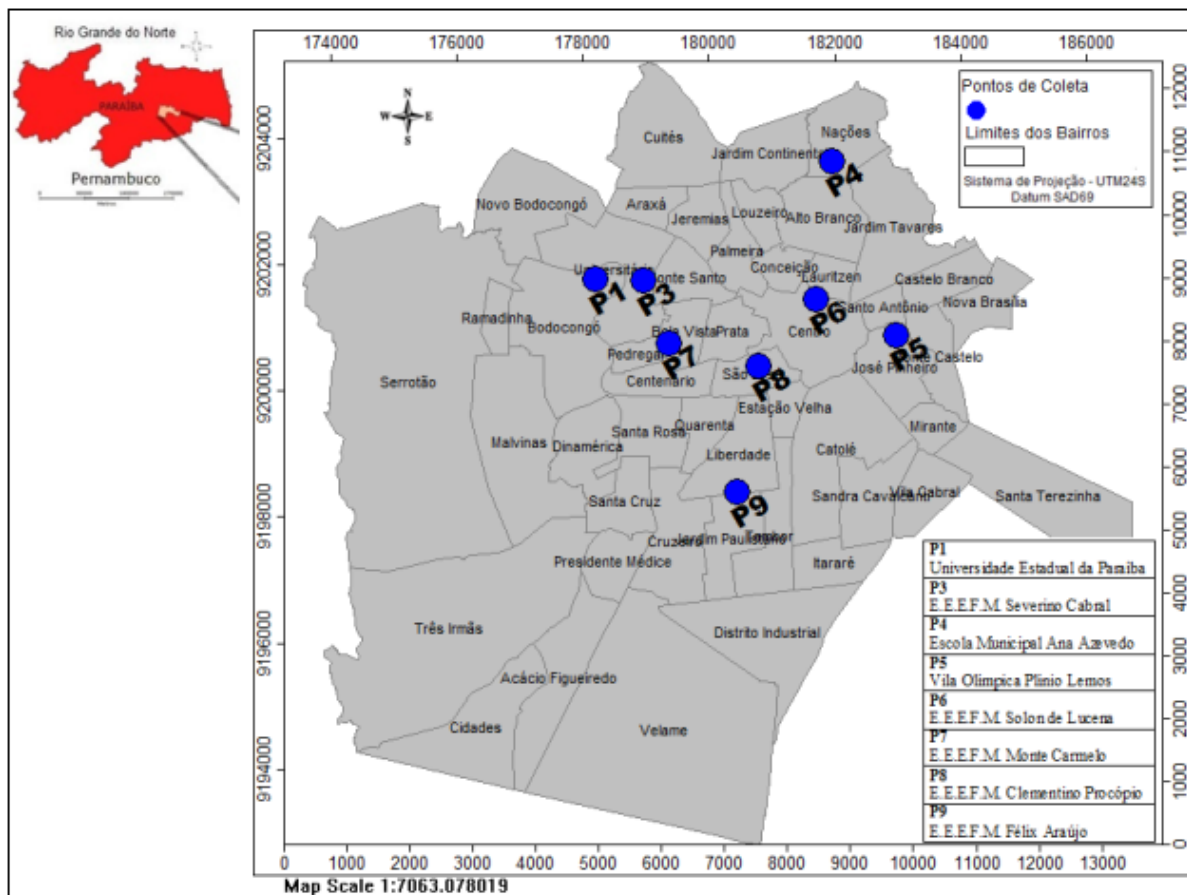


Figura 1 - Localização do município de Campina Grande no estado da Paraíba e bairros da cidade de Campina Grande.

A Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) é a responsável pelo Serviço de Abastecimento de Água de Campina Grande. O sistema de abastecimento de água é integrado e abastece, além de Campina Grande, as sedes municipais de Barra de Santana, Queimadas, Caturité, Pocinhos e Lagoa Seca, além dos distritos de Galante e São José da Mata.

A Estação de Tratamento de Água (ETA) que abastece a cidade de Campina Grande recebe água da barragem de Boqueirão. Através de três linhas adutoras, a água tratada chega ao reservatório semienterrado R9, localizado no Bairro de Santa Rosa, com capacidade de acumulação de 26000m<sup>3</sup>. Desta, saem canalizações que abastecem outros 29 reservatórios espalhados por toda a área da cidade (MEIRA *et al.*, 2009).

De forma esquemática, a Figura 2 mostra o sistema de distribuição de água de Campina Grande.



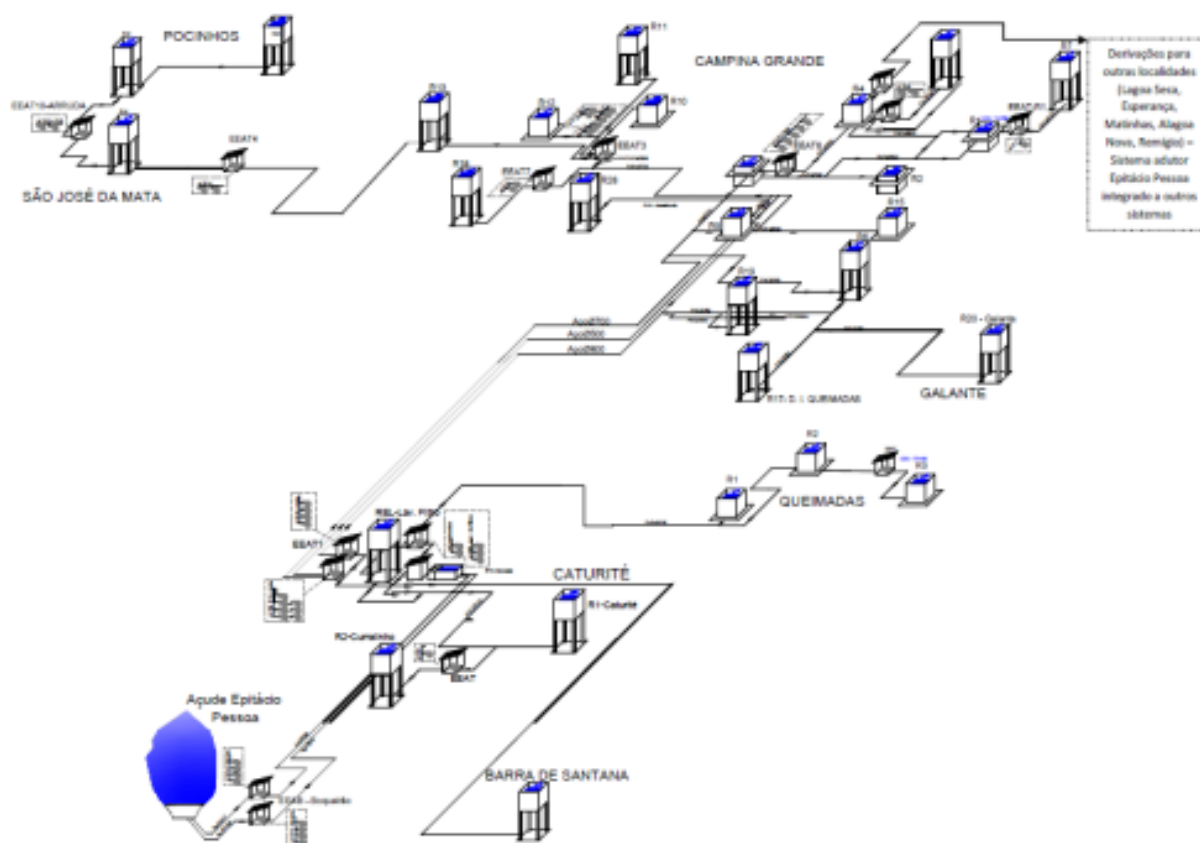


Figura 2 – Sistema de distribuição de água de Campina Grande.

Fonte: CAGEPA

Os pontos de amostragem estudados encontram-se distribuídos na rede de distribuição de água de Campina Grande – PB, como preconiza a *Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental* relacionada à qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2006a).

Na etapa de aquisição de dados, os mesmos foram agrupados a partir dos relevantes para a estruturação em uma base favorecendo a organização. Inicialmente foram definidos os formatos de dados e as instituições que poderiam disponibilizá-los.

Para a construção da base digital no SIG, foram obtidos em meio digital os dados referentes altitudes e uso do solo, características da rede de distribuição, coordenadas dos atuais reservatórios operados, os principais anéis da rede geral e a setorização do sistema em zonas de pressão. Todos esses dados, durante a pesquisa de Cordão (2009), foram solicitados a CAGEPA.

Para a geração dos mapas temáticos foi realizado o levantamento de dados como a base cartográfica de Campina Grande (Cordão, 2009), dados de infraestrutura e dados sócio demográficos (IBGE, 2000).

Os pontos de amostragem do sistema de distribuição de água para a realização do trabalho foram georreferenciados, através do levantamento posicional utilizando um receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global) de navegação da marca Garmin, modelo GPSMAP 76 CSx. Em seguida, esses pontos de amostragem foram inseridos no Sistema de

## Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

Informações Geográficas (SIG) para observar se a espacialização desses pontos seguia uma distribuição geográfica de forma a ser uma boa representação do sistema de distribuição.

Na definição dos pontos de amostragens foi necessário discutir com especialistas, na área de vigilância da qualidade da água, a quantidades de pontos que melhor representassem a qualidade da água no sistema de distribuição. Assim, com base em trabalhos anteriores, como consta em Guimarães (2010) e Meira *et al.* (2009), e através de mapas impressos com informações sobre a rede principal e as zonas de pressão correspondente ao sistema de distribuição foram definidos os pontos de monitoramento para a pesquisa.

A escolha dos pontos de monitoramento seguiu critérios de distribuição geográfica e locais estratégicos para identificação de áreas vulneráveis e que abasteçam um maior número de pessoas. Desse modo, as amostras de água foram coletadas em pontos da rede de distribuição em conformidade com a “*Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano*” para representar uma melhor amostragem adotando escolas públicas como pontos de coleta de amostras, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Localização dos pontos de coleta de amostras de água

Ponto de Coleta	Localização	Coordenadas UTM – SAD69/24S
<b>P1</b> Universidade Estadual da Paraíba	Rua Juvêncio Arruda, s/n, Bodocongó	178.190 m E 9.201.768 m N
<b>P3</b> E.E.E.F.M. Severino Cabral	Rua Joaquim Amorim Júnior, s/n, Bodogongó	178.973 m E 9.201.754 m N
<b>P4</b> Escola Municipal Ana Azevedo	Av. das Nações s/n. Bairro das Nações.	181.964 m E 9.203.638 m N
<b>P5</b> Vila Olímpica Plínio Lemos	R. Josino Agra s/n. Bairro José Pinheiro.	182.987 m E 9.200.893 m N
<b>P6</b> E.E.E.F.M. Solon de Lucena	R. Hernani Lauritzen s/n. Centro.	181.709 m E 9.201.468 m N
<b>P7</b> E.E.E.F.M. Monte Carmelo	Av. Prof. Carlos Fco de Almeida s/n Bairro Bela Vista	179.360 m E 9.200.757 m N
<b>P8</b> E.E.E.F.M. Clementino Procópio	R. Felipe Camarão s/n. Bairro São José.	180.784 m E 9.200.398 m N
<b>P9</b> E.E.E.F.M. Félix Araújo	R. Severino Pimentel s/n. Bairro Liberdade.	180.454 m E 9.198.406 m N

Nota: E.E.E.F.M. = Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio, m = metros, N = coordenadas lidas a partir do eixo N (norte-sul); coordenadas do eixo E (leste-oeste).

Na realização das coletas foi adotado um protocolo de segurança para impedir qualquer tipo de contaminação ou troca da amostra a ser analisada, para não interferir nos resultados. Esse protocolo contou com dados importantes sobre a amostra a ser analisada, tais como número da amostra, ponto e hora da coleta, data, responsável pela coleta e observações necessárias, bem como resultados das análises realizadas *in loco*. Além do protocolo de segurança foram tomados todos os cuidados de assepsia na execução da coleta.

Os indicadores físicos e químicos analisados foram, cloro residual (livre e combinado), turbidez, pH, temperatura e cor aparente, medidos *in loco*. O indicador microbiológico foi à contagem de bactérias heterotróficas. Todos foram realizados segundo o recomendado por APHA, AWWA, WPCF (1998).

Para o armazenamento e manipulação dos objetos espaciais, dos dados relacionados aos pontos de monitoramento e variáveis analisadas foi desenvolvido um banco de dados geográficos seguindo o modelo relacional.

Inicialmente foi verificada a possibilidade do desenvolvimento do banco de dados através do módulo *PostGIS*, do *software PostgreSQL*, para facilitar a realização de consultas aos dados espaciais de modo que os resultados pudessem ser exportados ou visualizados em um SIG. Porém, ao observar que os dados de pesquisas anteriores, Guimarães (2010), Meira *et al.*, (2009), referentes ao projeto de vigilância da qualidade da água, e os dados coletados para esta pesquisa estavam sendo dispostos em planilhas do Excel e, após a escolha do SIG, foi verificado que a criação do banco de dados no módulo *PostGIS* seria inviável, foi decidido manter os dados em planilhas do Excel criando uma rotina para a importação dos dados para o SIG.

No processo de implementação dos dados no SIG, através de níveis de hierarquia foram definidas as etapas como: modelagem dos dados, conexão do banco de dados, importação dos dados e cruzamento das informações.

Na fase do desenvolvimento do modelo foi realizada uma simulação da implementação do SIG, correspondendo às operações que deverão ser efetuadas, e também a representação dos resultados esperados. Além da realização da escolha dos métodos de combinação, ou seja, métodos que modelem a realidade, considerando o estudo estatístico anteriormente citado.

A utilização do SIG para o processo de gestão da qualidade da água no que se refere à sua vigilância como instrumento na proteção à saúde dos consumidores envolve a realização de tomadas de decisão de forma rápida e eficiente. Contudo, para o processo de tomada de decisão ser eficiente é necessário que a capacidade de um SIG tenha estrutura que permita resolver problemas que caracterizam por envolver objetivos diversificados e critérios múltiplos.

Para a geração dos mapas temáticos da análise do perfil da população, frequências de amostras em conformidade com a Portaria MS 518/04 e variável bactérias heterotróficas foi utilizado o *software Saga Gis*, tendo sido executadas as operações de inserção dos dados da base digital, dos dados IBGE (2000), inserção das tabelas referentes aos indicadores, junção da tabela de atributo (indicadores) com o *shape* escolas (pontos de monitoramento), somatório das colunas de idade da população, definição das classes e geração dos mapas temáticos.

O processo de implementação dos dados no Saga Gis foi realizado através da definição dos níveis de hierarquia. A primeira operação no Saga Gis foi a inserção dos dados digitais, como limites de bairro, mapa urbano, rede principal, pontos cotados, pontos das escolas, população residente por setor, reservatórios, e zonas de pressão A, B, C e D.

Após a inserção dos dados digitais foram inseridas as tabelas com informações das frequências de amostras em conformidade com a Portaria MS 518/04, resultados das análises físico-químicas e microbiológicas por ponto monitorado e médias mensais da variável bactérias heterotróficas.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados da pesquisa foram submetidos à análise descritiva, em cada ponto de monitoração, com o objetivo principal de resumir os dados, dando uma informação inicial a respeito da conservação/degradação da qualidade da água de Campina Grande. Além disso, foi realizada a análise de frequências de amostras que atendem ou não ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde nº 518/04.

Assim, foram geradas tabelas com os dados descritivos e em seguida os mapas temáticos de frequências de amostras em conformidade com o padrão de potabilidade estabelecido pela referida Portaria.

Na Tabela 2 são apresentadas as concentrações médias de cloro residual livre sendo possível observar que o ponto P8 apresentou a menor concentração média de cloro residual livre, e o P7 a maior concentração. Os demais apresentam concentrações médias maiores que o valor de 0,2 e menor do que valor máximo de 2,0 mgCl<sub>2</sub>/L.

A medida de tendência central utilizada (moda) também evidencia os comportamentos distintos dos pontos P8 e P7 devendo ser ressaltado que a moda se reveste de especial importância na descrição de situações de risco de exposição de grupos humanos vulneráveis a perigos.

O ponto P7 apresentou maior desvio para o cloro residual livre, indicando uma maior dispersão dos dados em relação à média, ocasionando maior variabilidade das concentrações de cloro livre nesse ponto.

Tabela 2 – Análise descritiva do cloro residual livre nos pontos de monitoramento

PONTO	N	Média	Moda	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<b>P1 UEPB</b>	30	0,71	0,70	0,36	0,00	1,28
<b>P3 SEV. CABRAL</b>	30	1,80	1,37	1,28	0,00	7,13
<b>P4 ANA AZEVEDO</b>	30	1,63	0,97	1,05	0,61	5,32
<b>P5 PLINIO LEMOS</b>	30	1,51	1,40	0,54	0,77	3,20
<b>P6 SOLON DE LUCENA</b>	30	1,42	0,00	0,75	0,00	2,81
<b>P7 MONTE CARMELO</b>	30	2,47	2,62	1,42	0,00	7,18
<b>P8 CLEM. PROCOPIO</b>	30	0,03	0,00	0,03	0,00	0,12
<b>P9 FELIX ARAUJO</b>	30	1,75	1,44	1,03	0,23	6,54

NOTA: N = número de coletas.

Na Figura 3 são visualizados os resultados da frequência para o indicador cloro residual livre. A Portaria MS 518/04 recomenda que o cloro residual livre, que tem maior

ação desinfetante que o combinado, deve conter na água um teor mínimo de 0,2 mgCl<sub>2</sub>/L e o teor máximo, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mgCl<sub>2</sub>/L. Assim, foi constatado que todos os pontos apresentaram violações do padrão de potabilidade estabelecido na legislação. Os pontos P3, P8 e P6 apresentaram 0 a 20% de amostras em conformidade com a Portaria MS 518/04. No caso do ponto P7 apresentou 20 a 40% das amostras em conformidade com a legislação, e os pontos P1, P4, P5 e P9 apresentaram 81 a 90% das amostras.

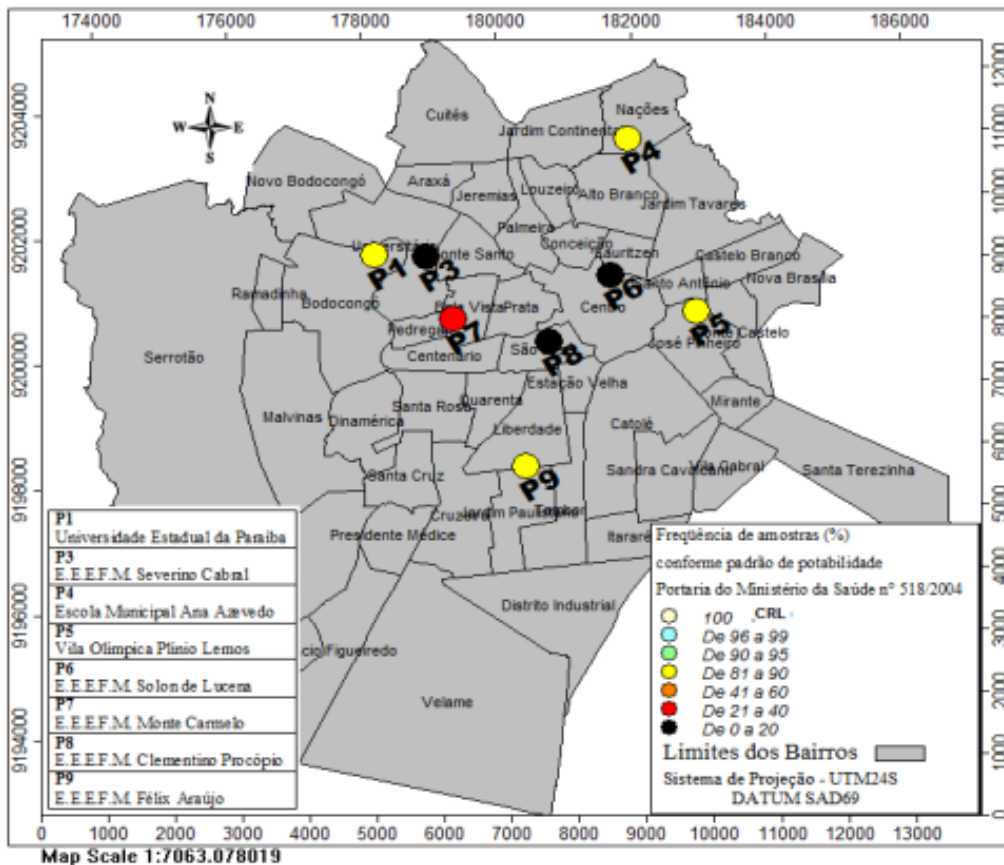


Figura 3 - Mapa de frequência de amostras do indicador cloro residual livre conforme o padrão de potabilidade estabelecida pela Portaria MS 518/04

De todos os pontos analisados o que apresentou a maior frequência de violações foi o P8 com 0% de amostras em conformidade com a Portaria MS 518/04, segundo os dados apresentados nos gráficos da Figura 4, contrastando com o ponto P5 no qual foi observada, a menor frequência de violações de 90%.

O ponto P7 apresentou violações de concentrações acima do valor máximo permitido pela Portaria MS 518/04 para o cloro residual livre. Como o cloro residual é uma espécie não conservativa, e objetivando a manutenção de níveis adequados de cloro residual livre em todos os pontos da rede, normalmente, eleva-se a concentração inicial na saída da ETA. Esse comportamento pode ter contribuído para o aumento na concentração do cloro residual livre no ponto P7, pois entre os pontos de monitoração estudados esse é o que se encontra mais próximo do reservatório (R5), com distância de tubulação de 2298,07m da saída do reservatório até o ponto de monitoração.

## Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

Quando são consideradas as espécies de cloro residual combinado, as dicloraminas têm maior efeito bactericida seguidas das monocloraminas, sendo que as tricloraminas não apresentam qualquer efeito desinfetante.

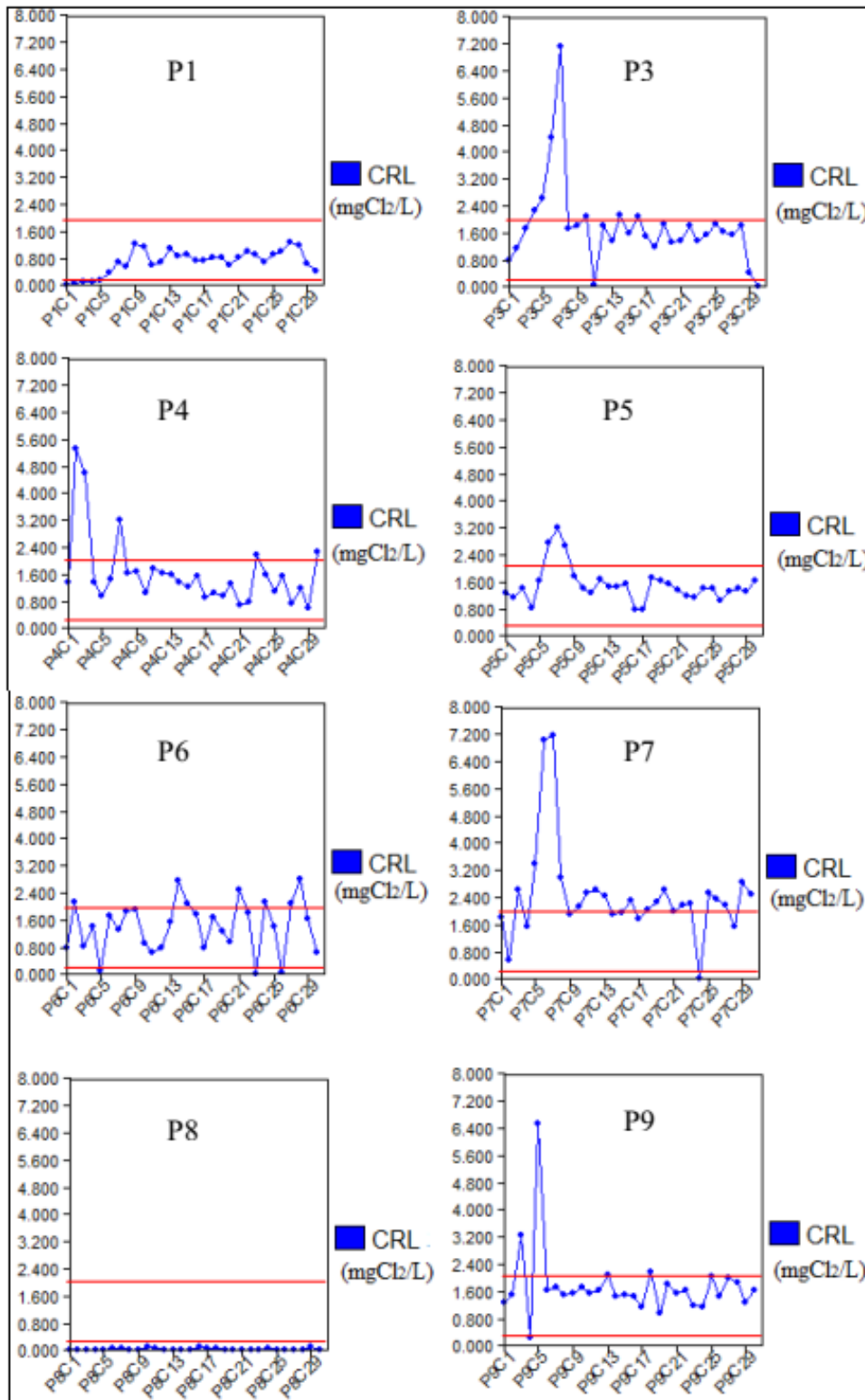


Figura 4 - Gráficos do indicador cloro residual livre por ponto e coletas

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise descritiva para o indicador monocloramina, constatando que as concentrações médias dos pontos apresentaram valores de monocloramina inferiores a 3,0 mgCl<sub>2</sub>/L.

A Figura 5 apresenta a frequência de amostras 100% em conformidade com a legislação. Uma concentração acima do recomendado 3,0mgCl<sub>2</sub>/L tende a conferir odor e sabor à água fornecida à população podendo, também, ocasionar irritações nos olhos, pele e vias respiratórias.

Tabela 3 – Análise descritiva de monocloramina nos pontos de monitoramento

<b>PONTO</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Moda</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>P1 UEPB</b>	30	0,39	0,35	0,15	0,21	1,09
<b>P3 SEV. CABRAL</b>	30	0,56	0,35	0,34	0,1	1,68
<b>P4 ANA AZEVEDO</b>	30	0,55	0,35	0,44	0,31	2,77
<b>P5 PLINIO LEMOS</b>	30	0,57	0,46	0,22	0,33	1,49
<b>P6 SOLON DE LUCENA</b>	30	0,47	0,37	0,27	0,15	1,75
<b>P7 MONTE CARMELO</b>	30	0,58	0,43	0,40	0,20	2,44
<b>P8 CLEM. PROCOPIO</b>	30	0,18	0,14	0,13	0,08	0,82
<b>P9 FELIX ARAUJO</b>	30	0,54	0,38	0,22	0,35	1,42

NOTA: N = número de coletas.

## Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

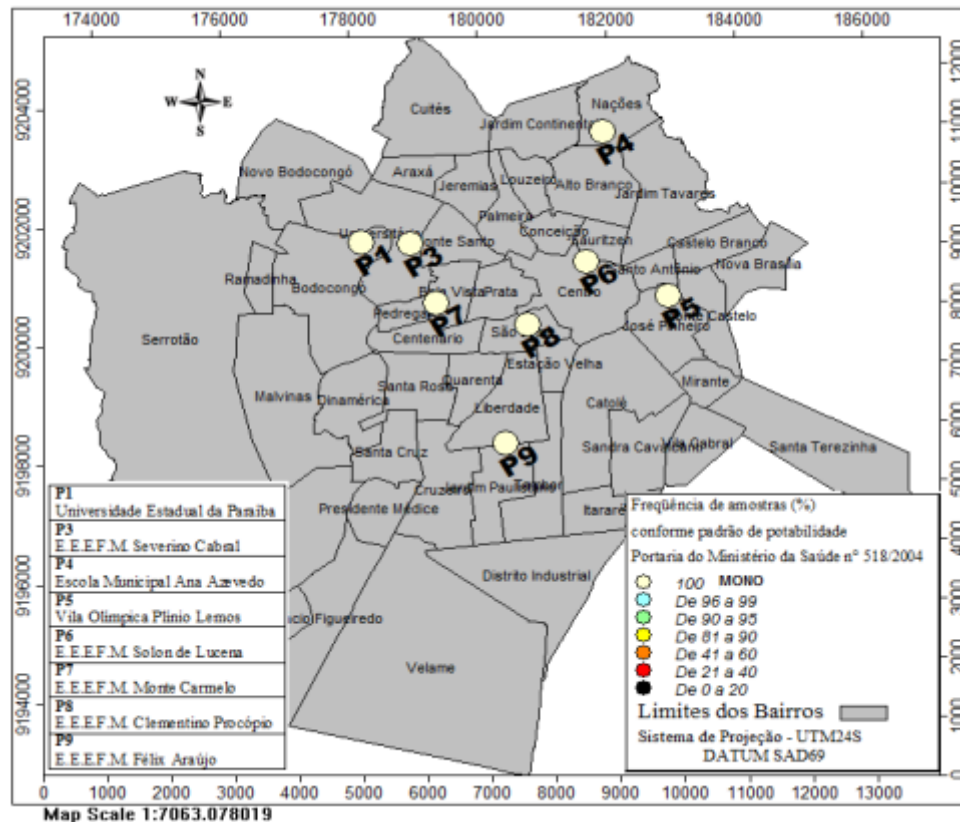


Figura 5 - Mapa de frequência de amostras do indicador monocloramina conforme o padrão de potabilidade estabelecida pela Portaria MS 518/04.

Para o indicador bactérias heterotróficas a Portaria MS 518/04 recomenda que deve ser efetuada sua contagem e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônia (UFC/mL), devem ser providenciadas imediata coleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da análise descritiva dos dados do indicador bactérias heterotróficas, constatando que os pontos P6 e P8 apresentaram valor médio maior em relação aos pontos monitorados.

Na análise da frequência de amostras do indicador bactérias heterotróficas os resultados podem ser visualizados na Figura 6, apresentando os pontos P1, P6, e P8 como o de pior qualidade da água para esse indicador em relação aos outros pontos, pois os mesmos abrangeram uma faixa de 90 a 99% de amostras em conformidade com a Portaria MS 518/04. Os demais pontos apresentaram valores em 100% de amostras em conformidade com a legislação.

Na Figura 7, são apresentados os resultados da contagem de bactérias heterotróficas por coleta dos pontos que violaram a Portaria MS 518/04. Assim, podem ser observados como os pontos se comportaram durante as análises.



Tabela 4 - Análise descritiva de bactérias heterotróficas nos pontos de monitoramento

PONTO	N	Média	Moda	Mínimo	Máximo
<b>P1 UEPB</b>	30	41	4	0	709
<b>P3 SEV. CABRAL</b>	30	19	0	0	74
<b>P4 ANA AZEVEDO</b>	30	32	2	0	388
<b>P5 PLINIO LEMOS</b>	30	31	4	2	208
<b>P6 SOLON DE LUCENA</b>	30	71	9	0	612
<b>P7 MONTE CARMELO</b>	30	8	1	0	44
<b>P8 CLEM. PROCOPIO</b>	30	77	12	1	859
<b>P9 FELIX ARAUJO</b>	30	32	5	1	288

NOTA: N = número de coletas.

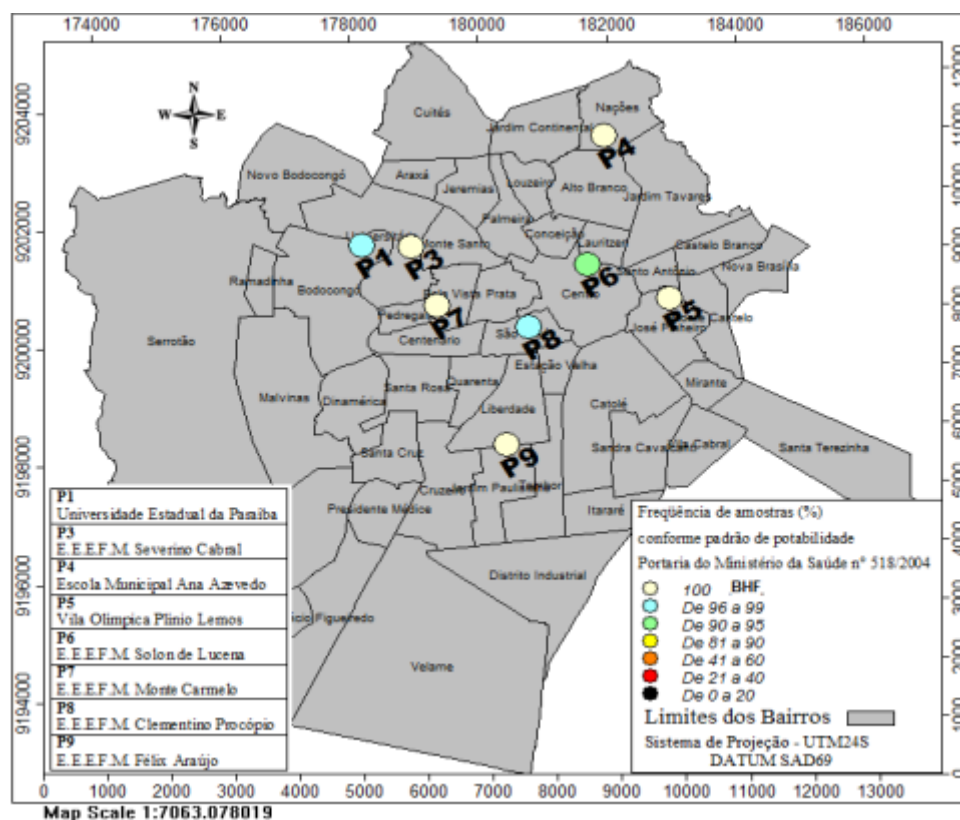


Figura 6 - Mapa de frequência de amostras do indicador bactérias heterotróficas conforme o padrão de potabilidade estabelecida pela Portaria MS 518/04.

Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

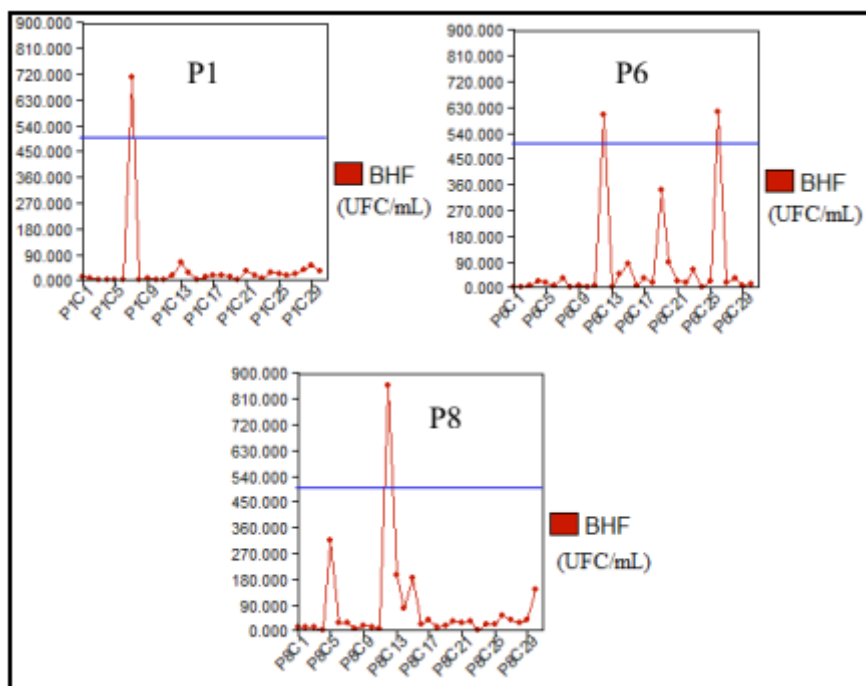


Figura 7 - Gráficos indicador bactérias heterotróficas por ponto e por coletas

As concentrações das médias de turbidez, na Tabela 5, apresentaram-se na faixa de 0,58 a 1,72 UT. No entanto, em relação ao desvio padrão o ponto P5 apresentou um valor de 3,63 indicando maior dispersão dos dados em relação à média.

Tabela 5 - Análise descritiva de turbidez nos pontos de monitoramento

PONTO	N	Média	Moda	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
<b>P1 UEPB</b>	30	0,58	0,24	0,22	0,17	0,96
<b>P3 SEV. CABRAL</b>	30	0,77	0,71	0,34	0,21	1,81
<b>P4 ANA AZEVEDO</b>	30	0,89	0,68	0,64	0,14	3,59
<b>P5 PLINIO LEMOS</b>	30	1,72	0,39	3,63	0,28	16,47
<b>P6 SOLON DE LUCENA</b>	30	0,74	0,64	0,41	0,20	1,79
<b>P7 MONTE CARMELO</b>	30	0,73	0,72	0,25	0,24	1,50
<b>P8 CLEM. PROCOPIO</b>	30	1,07	0,64	0,51	0,41	2,55
<b>P9 FELIX ARAUJO</b>	30	0,61	0,57	0,23	0,07	0,97

NOTA: N = número de coletas.

Analisando os resultados, Figura 8, do mapa temático de frequência de amostras do indicador turbidez conforme o padrão de potabilidade estabelecida pela Portaria MS 518/04 que recomenda o valor máximo na água para consumo humano 5UT, os pontos, com exceção

do P5 que apresentou 81 a 90% das amostras em conformidade com a legislação, encontram-se 100% em conformidade com a referida Portaria.

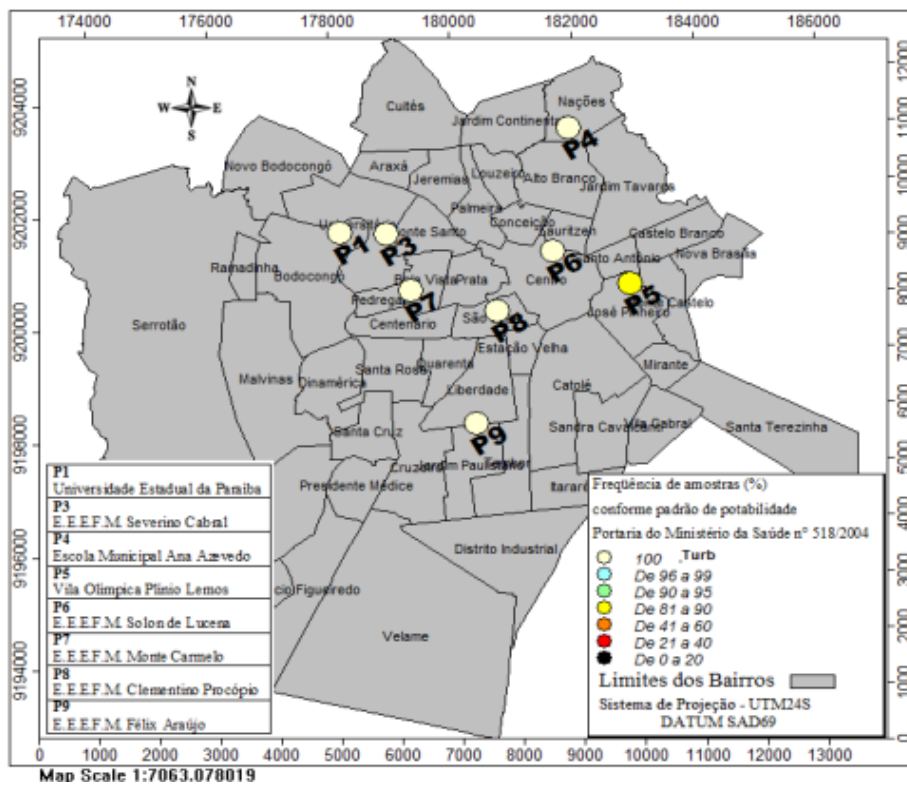


Figura 8 - Mapa de frequência de amostras do indicador turbidez conforme o padrão de potabilidade estabelecida pela Portaria MS 518/04

Na análise do gráfico da Figura 9, podem ser constatados que 10% das amostras do ponto P5 que estão em não conformidade com o valor máximo permitido pela Portaria MS 518/04 de 5UT.

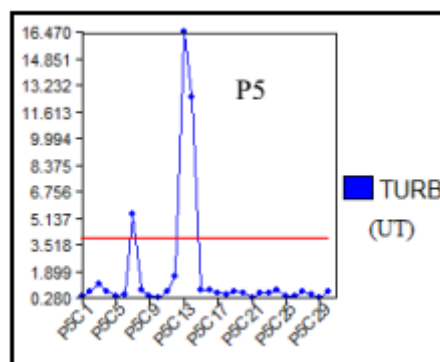


Figura 9 - Gráfico do indicador turbidez por coletas

A cor aparente apresentou valores médios, Tabela 6, entre 8,3 e 9,1uH, o que, em tese, atende ao estabelecido pela Portaria MS 518/04, mas, nos vários pontos de monitoração, ocorreram dispersões significativas em torno dessas médias.

A análise da frequência de valores do indicador cor em não conformidade com a Portaria MS 518/04 mostrou que, do ponto de vista desse indicador, nos pontos P3, P6 e P9 a água do sistema de distribuição de Campina Grande se apresentou crescentemente mais

Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

degradada. De acordo com Figura 10, esses pontos apresentaram uma faixa de 81 a 90% de amostras em conformidade com a legislação. Os pontos P1, P4 e P8 apresentaram 90 a 95%, os pontos P7 e P5 de 96 a 99% de amostras em conformidade com a Portaria MS 518/04. Assim, foi constatado que todos os pontos violaram a legislação.

Tabela 6 - análise descritiva de cor nos pontos de monitoramento

<b>PONTO</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Moda</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>P1 UEPB</b>	30	8,39	3,70	4,76	2,50	22,40
<b>P3 SEV. CABRAL</b>	30	9,09	5,00	4,71	2,80	22,50
<b>P4 ANA AZEVEDO</b>	30	8,05	3,00	4,69	1,90	18,10
<b>P5 PLINIO LEMOS</b>	30	8,43	7,80	3,06	2,70	15,50
<b>P6 SOLON DE LUCENA</b>	30	8,38	4,20	3,59	4,20	17,10
<b>P7 MONTE CARMELO</b>	30	7,11	4,50	3,56	3,00	18,80
<b>P8 CLEM. PROCOPIO</b>	30	9,05	5,50	4,01	3,60	19,90
<b>P9 FELIX ARAUJO</b>	30	9,07	4,50	6,24	2,80	22,40

NOTA: N = número de coletas.

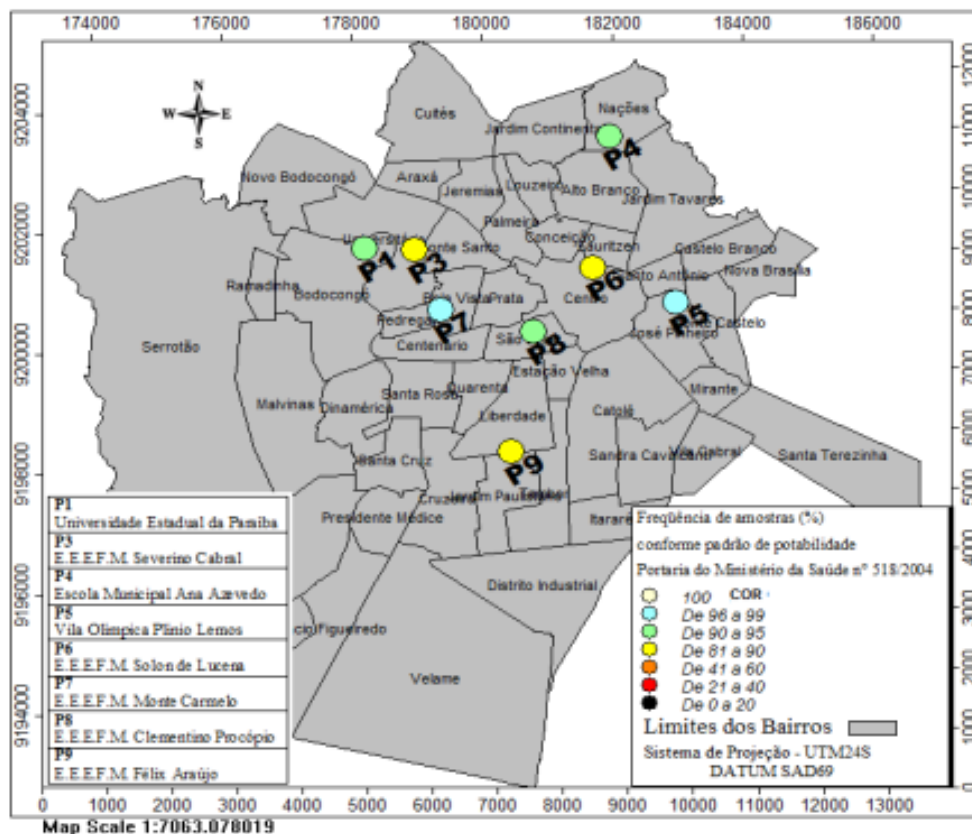


Figura 10 - Mapa de frequência de amostras do indicador cor conforme o padrão de potabilidade estabelecida pela Portaria MS 518/04

Analisando os resultados dos gráficos do indicador cor por coleta na Figura 11, podem ser visualizados os dados que não estão em conformidade com a Portaria MS 518/04, observando os valores acima do permitido pela referida Portaria.

Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

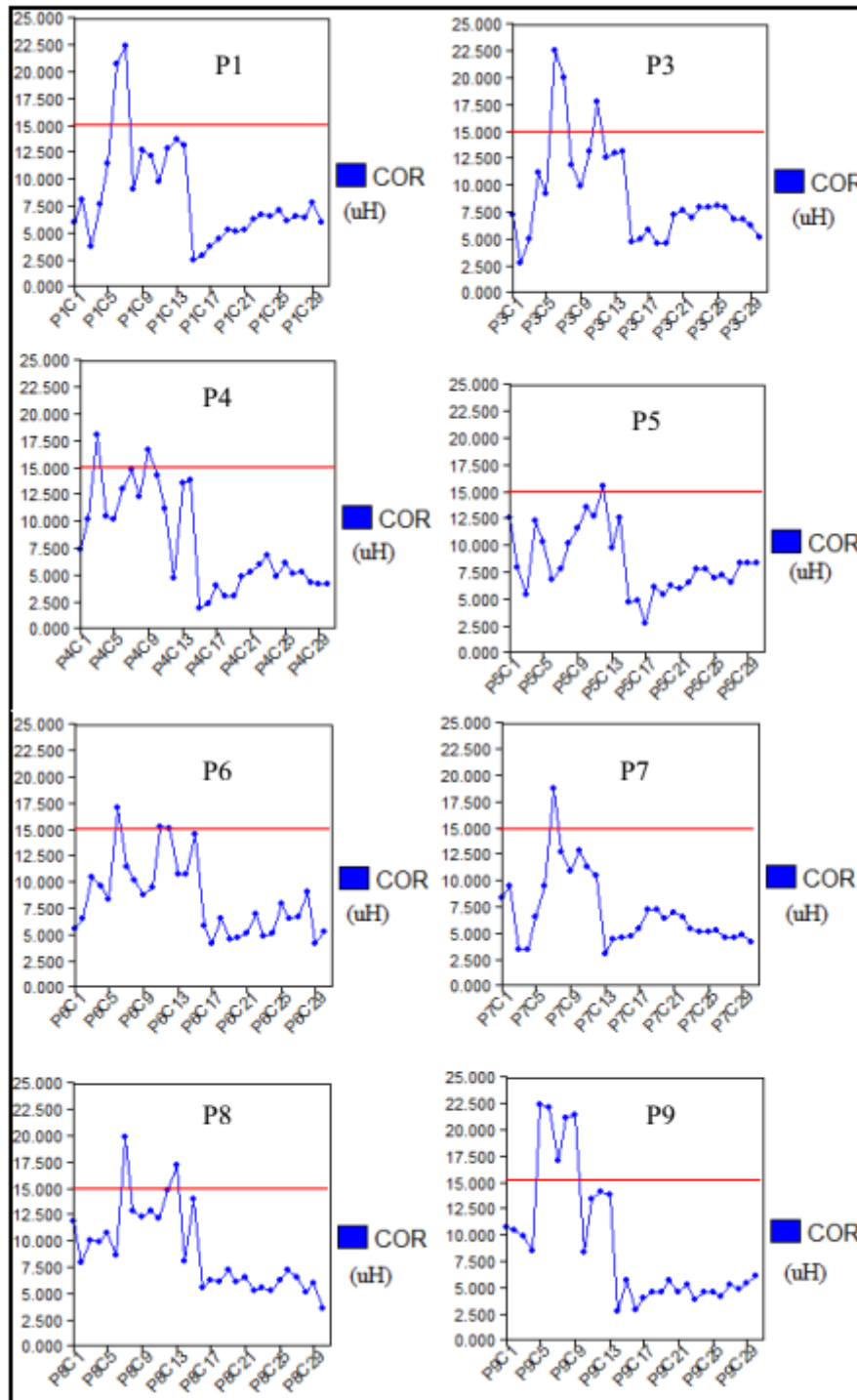


Figura 11 - Gráficos do indicador cor por ponto e por coletas

A Tabela 7 apresenta os resultados da análise descritiva do indicador pH, constatando que a faixa da média nos pontos de monitoramento encontram-se entre 7,20 a 7,52. Em relação ao desvio padrão não se encontram com grandes desvios em torno da média.

Tabela 7 - análise descritiva de pH nos pontos de monitoramento

<b>PONTO</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Moda</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>P1 UEPB</b>	30	7,52	6,53	0,46	6,53	8,11
<b>P3 SEV. CABRAL</b>	30	7,32	7,62	0,40	6,50	8,02
<b>P4 ANA AZEVEDO</b>	30	7,32	6,92	0,32	6,52	7,73
<b>P5 PLINIO LEMOS</b>	30	7,21	7,47	0,50	5,70	7,76
<b>P6 SOLON DE LUCENA</b>	30	7,31	6,52	0,35	6,41	7,77
<b>P7 MONTE CARMELO</b>	30	7,31	7,02	0,31	6,52	7,83
<b>P8 CLEM. PROCOPIO</b>	30	7,28	6,51	0,36	6,51	7,80
<b>P9 FELIX ARAUJO</b>	30	7,39	6,52	0,38	6,52	7,87

NOTA: N = número de coletas.

Em relação ao indicador pH a Portaria MS 518/04 recomenda que, no sistema de distribuição, seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Na Figura 12 são visualizados a frequência de amostras em conformidade com a referida Portaria em que o ponto P5 apresentou uma faixa de 96 a 99%. Os outros pontos encontram-se com amostras 100% em conformidade com a legislação. A Figura 13 apresenta o gráfico para o ponto P5 que se encontra com 3% das amostras em não conformidade com a Portaria MS 518/04.

Assim, após análise do conjunto de indicadores, com o objetivo de informar, quais os pontos encontram-se em conformidade com a Portaria, é constatado que o estado da água apesar das violações é boa. Em relação aos pontos monitorados foram observados os pontos mais privilegiados, (P5 e P9) e os mais prejudicados (P1, P8 e P6) em relação à degradação da qualidade da água.

Na vigilância da qualidade da água para consumo humano é importante que se busque por mecanismos que permitam identificar fatores de risco à saúde e, como também sua evolução espacial e temporal. Assim, é essencial que as informações adquiridas durante o processo de avaliação da qualidade da água, com base na coleta de amostras de água para análises físico-químicas e bacteriológicas, possam ser armazenadas permanentemente em uma base de informações, fornecendo aos profissionais que atuam na vigilância um instrumento valioso de gestão.

Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

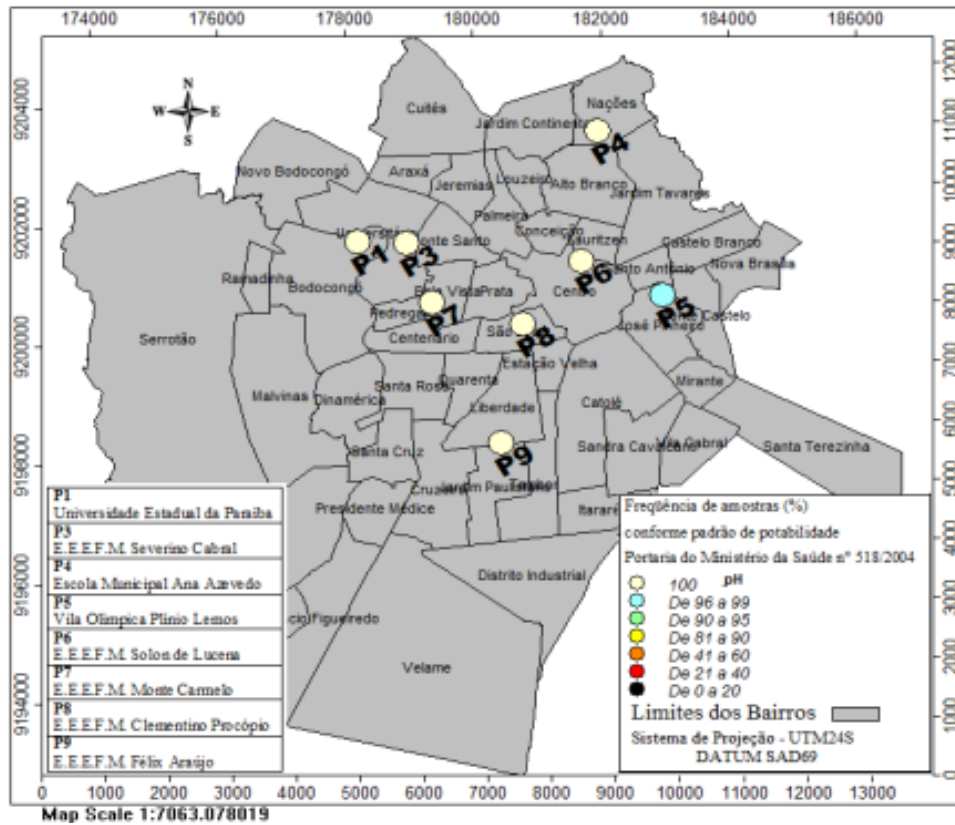


Figura 12 - Mapa de frequência de amostras do indicador pH conforme o padrão de potabilidade estabelecida pela Portaria MS 518/04

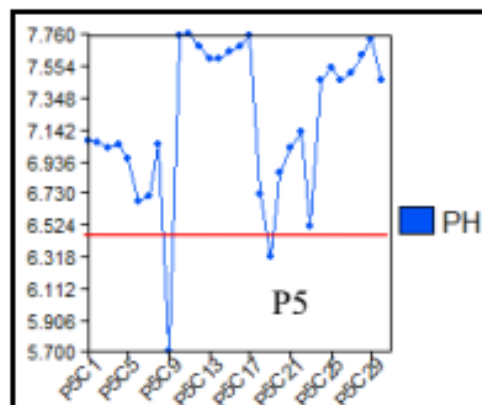


Figura 13 - Gráfico indicador pH do ponto P5 por coletas

Desse modo, na construção da base de informações, segundo o manual de boas práticas (BRASIL, 2006f), não há necessariamente uma padronização para o cadastro dos sistemas, mas que ela seja a mais completa possível, podendo as informações ser traduzidas em plantas e mapas, arquivados e manuseados em meios eletrônicos.

Para o indicador bactérias heterotróficas foram coletadas e analisadas 240 amostras, no período de abril a novembro de 2010, em oito pontos na rede de distribuição de água de Campina Grande.



Com base nas informações coletadas das amostras de água, foram gerados os mapas temáticos de ocorrência de bactérias heterotróficas. Através destes, podem ser visualizadas as faixas de valores (UFC/mL), permitindo realizar análises sobre sua distribuição espacial.

Nas Figuras 14 e 15 podem ser visualizados os mapas temáticos da ocorrência mensal de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande. Os resultados das análises foram gerados a partir da média mensal. Analisando os mapas, das Figuras 14 e 15, no período de inverno que é de junho a setembro, é possível constatar que os valores do indicador aumentam em relação a outros períodos, sendo verificado que a pluviosidade pode contribuir para esse aumento, pois favorece o carreamento de materiais particulados de origem orgânica para o interior dos mananciais e, provavelmente, para o interior das tubulações, quando do surgimento de pressões negativas, perda da estanqueidade e danos nas juntas dessas tubulações.

Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

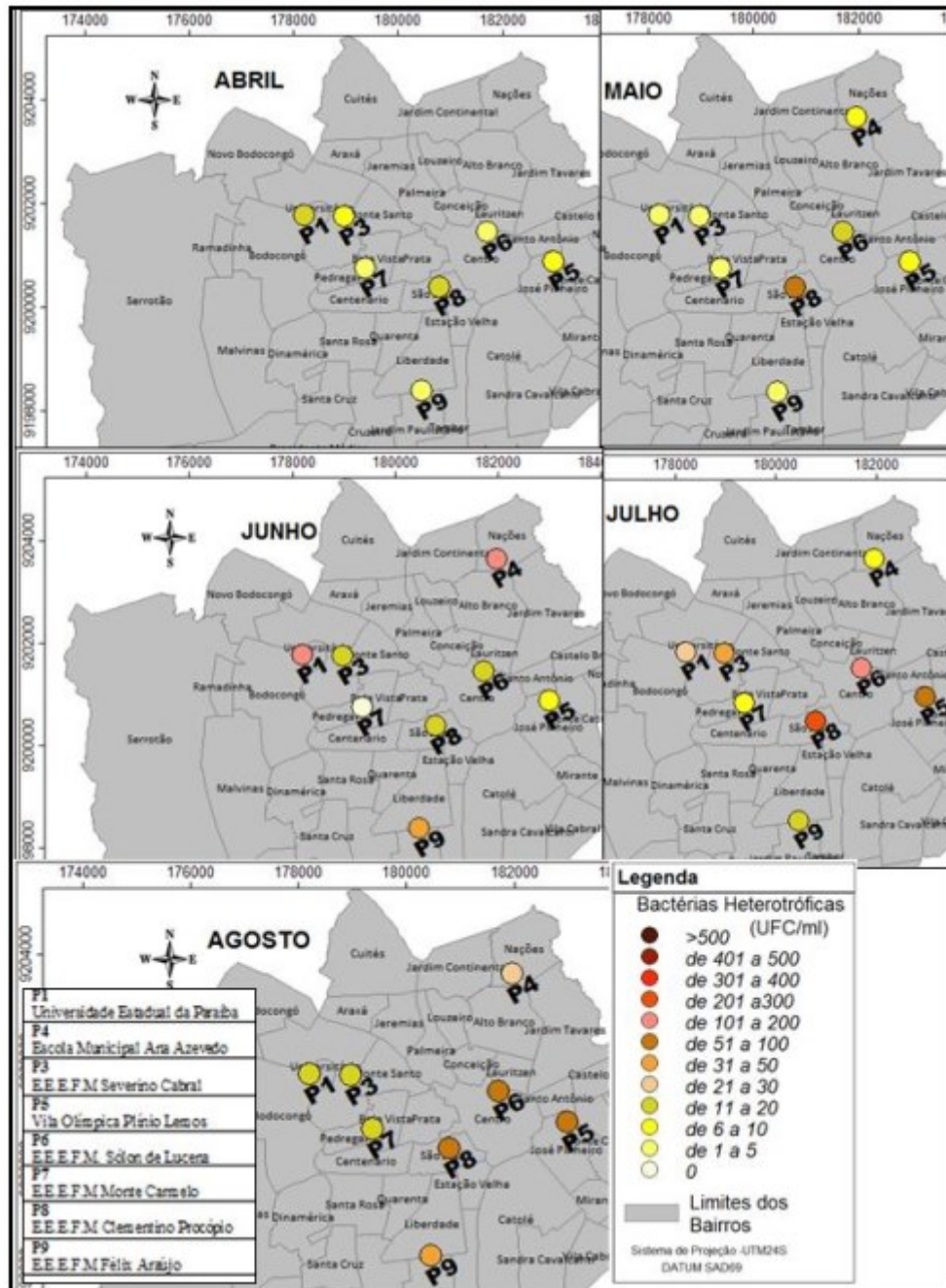


Figura 14 - Mapas temáticos de ocorrência de bactérias heterotróficas no sistema de distribuição de água de Campina Grande entre os meses de abril a agosto

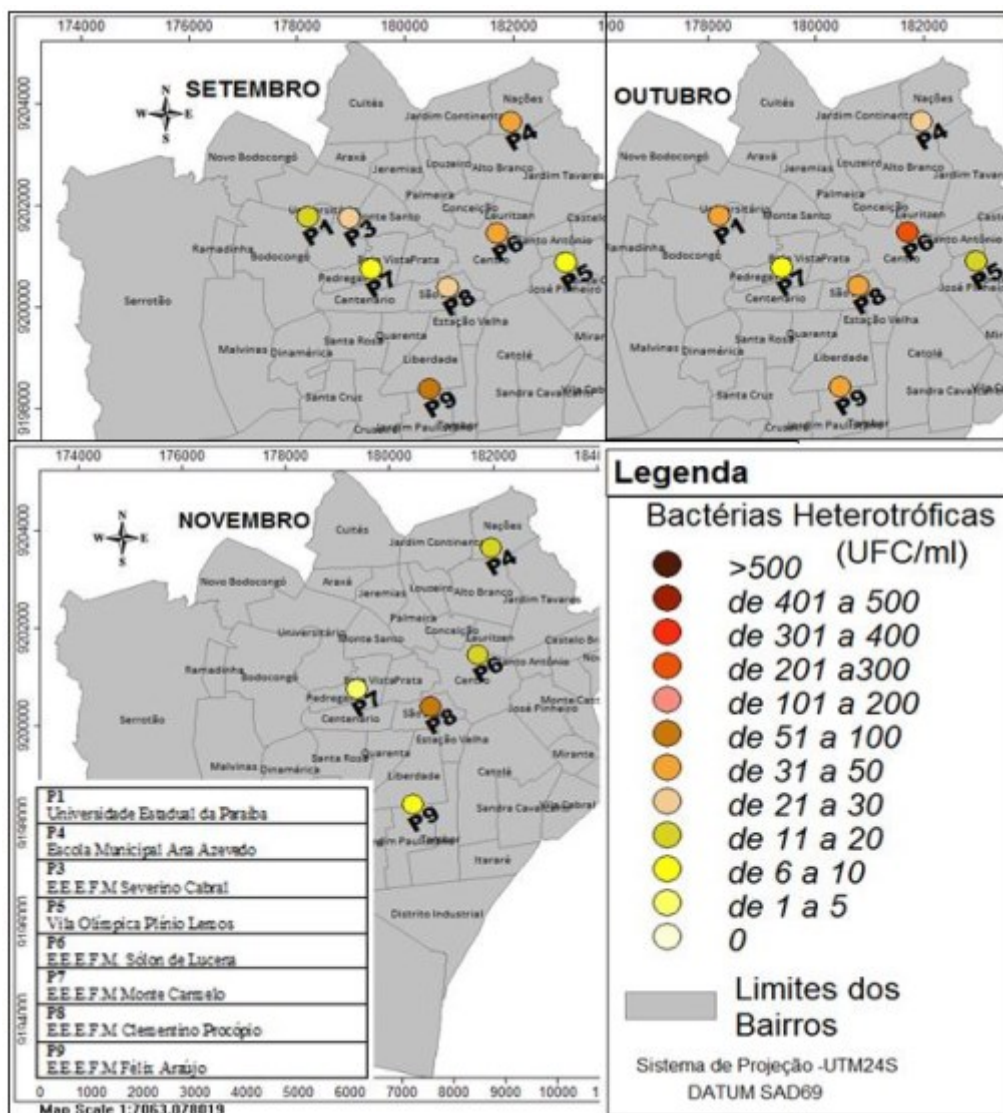


Figura 15 - Mapas temáticos de ocorrência de bactérias heterotróficas no sistema de distribuição de água de Campina Grande entre os meses de setembro a novembro

Os pontos P8 e P6 são os mais críticos sendo que, no mês de julho, o P8 apresentou valores na faixa de 200 a 300 UFC/mL, faixa na qual ficaram as contagens de bactérias heterotróficas no ponto P6, no mês de outubro. Isso pode ser atribuído às más condições de conservação das tubulações antigas, predominantemente de cimento amianto, que constituem a rede de distribuição nos setores dos referidos pontos. Segundo Heller e Pádua (2006) o cimento-amianto não é mais recomendado atualmente, devido a possíveis problemas sanitários decorrentes das fibras utilizadas na produção da tubulação.

No sistema de distribuição de água as contagens de bactérias heterotróficas fornecem indicação geral das condições do sistema, pois estão relacionadas à estagnação da água, à perda de desinfetante residual, e à formação de biofilmes. Segundo Bartram *et al.* (2003) os biofilmes representam verdadeiros biorreatores dentro da água do sistema de distribuição, em que a resistência dos microrganismos à desinfecção é significativamente aumentada.

Portanto, o indicador bactérias heterotróficas não especifica os organismos que são detectados durante a análise, porém as mudanças no padrão da contagem de colônias nas

## Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

amostras de água podem fornecer uma indicação precoce de uma deterioração significativa da qualidade da água.

### 4. Conclusões

Pode-se considerar que foi alcançado o objetivo da pesquisa de avaliar a degradação da qualidade da água do sistema de distribuição de Campina Grande através da distribuição espacial de bactérias heterotróficas com a utilização de Sistemas de Informações Geográficas.

A água do sistema de distribuição de Campina Grande apresentou violações do padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria MS 518/04, principalmente para o indicador cloro residual livre e bactérias heterotróficas. Analisando os resultados podemos constatar que a água de abastecimento público de Campina Grande requer vigilância contínua principalmente nos pontos P6 e P8 onde foi verificada uma maior degradação da sua qualidade.

Quanto aos resultados dos mapas temáticos de frequência de amostras do indicador bactérias heterotróficas em conformidade com o padrão de potabilidade estabelecida pela Portaria MS 518/04 apresentaram violação os pontos P1, P6 e P8.

Nos mapas de ocorrência de bactérias heterotróficas das estimativas das médias mensais os pontos P8 e P6 apresentaram resultados menos favoráveis em comparação com outros pontos.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) oferece uma série de vantagens para a vigilância da qualidade da água, pois permite a criação de uma base dados, otimização das informações, disposição espacial de áreas mais vulneráveis à degradação da qualidade da água e a integração de dados de diversas fontes em um mesmo ambiente, auxiliando na análise da qualidade da água. Portanto, no controle e vigilância da água de consumo humano, o SIG se apresenta como uma ferramenta importante para a tomada de decisão do gestor, visto que a informação é a base que garante a qualidade da decisão, pois quanto mais completa e precisa, melhor qualidade terá a decisão, e maior possibilidade de acerto e eficiência.

### 5. Referências

AESA - Agência Executiva de Gestão das águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em out. 2009.

APHA, AWWA, WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1998.

BARTRAM, J.; COTRUVO, J.; EXNER, M.; FRICKER C.; GLASMACHER, A. Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety: The significance of HPCs for water quality and the human health. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/CDGDWQ/Biblioteca/Support%20docs%20GDWQ/HPCFull.pdf>>. Acesso em março de 2010. BERNADO, L. de (Coord.). Tratamento de água para abastecimento por filtração direta. PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Portaria Nº 518, de 25 de março de 2004. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde, 2006a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de saneamento. 3.ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde, 2006d.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006f.

CORDÃO, M. J. de S. Modelagem e otimização da disposição espacial de unidades de reservação em redes de distribuição de água utilizando geotecnologias. Campina Grande, 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2009.

GUIMARÃES, R. M. Ocorrência de cloro residual combinado no sistema de distribuição de água de Campina Grande (PB). Campina Grande - PB: UFCG, 2010. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. 2010.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. (Org.). Abastecimento de água para consumo humano. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. 859p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26 out. de 2008.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 2ed. Campinas: Átomo, 2008.

MEIRA, C. M. B. S.; OLIVEIRA, R. de; COURA, M. de A.; GALDINO, F. A. G.; GOMES, T. N. Monitoração de indicadores sentinelas para a vigilância da qualidade da água de abastecimento de Campina Grande (PB). 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Recife, Anais. ABES, 2009.

SILVA, J. X.; Geoprocessamento em Estudos Ambientais. In: MEIRELLES, M. S. P.; CÂMARA, G.; ALMEIDA, C. M. de (Org.). Geomática: modelos e aplicações ambientais. Brasília: EMBRAPA, 2007.

UNICEF. Unicef Handbook on Water Quality. United Nations Children's Fund (UNICEF), New York, 2008. Disponível em< <http://www.unicef.org/wes>>. Acesso em out. 2010.

ZEILHOFER, P.; ZEILHOFER, L. V. A. C.; HARDOIM, E. L.; LIMA, Z. M. de; OLIVEIRA,

Distribuição espacial de bactérias heterotróficas na rede de distribuição de água de Campina Grande-PB

C. S. GIS applications for mapping and spatial modeling of urban-use water quality: a case study in District of Cuiabá, Mato Grosso, Brazil. *Revista de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 2007.

## Capítulo 9

### Uso de Geotecnologias no Mapeamento da Pressão Antrópica no Rio Pardo (ES)

Miquelina Aparecida Deina<sup>1</sup>  
Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira<sup>1</sup>  
Alvaro Costa Figueiredo<sup>2</sup>  
Lorena Louzada da Silva<sup>2</sup>  
Benvindo Sirtoli Gardiman Junior<sup>1</sup>  
Ítalo Severo Sans Inglez<sup>1</sup>

#### Introdução

O crescimento populacional é acompanhado mundialmente pelo avanço da urbanização, que se propaga de forma desordenada, ocupando áreas de riscos, como as encostas de morros sujeitas a deslizamentos de terras e/ou as margens dos rios e suas planícies fluviais afetadas pelas inundações naturais que tendem a se agravar a partir da ocupação humana. Esta “[...] é certamente uma das ações antrópicas que geram maiores impactos ambientais, especialmente a partir das consequências advindas das mudanças de ocupação e uso do solo” (CARNEIRO e MIGUEZ, 2011, p. 17).

No Brasil, essa ocupação desordenada não ocorre apenas nas grandes cidades, as pequenas e médias também passam por este problema, que incide sobre uma série de fatores de degradação socioambiental, em especial sobre as áreas das bacias de drenagem, que segundo Cunha (2003) refletem a forma de uso do solo e sua dinâmica.

O município de Ibatiba no Estado do Espírito Santo, é um desses exemplos, boa parte das moradias ou estão assentadas nas encostas dos morros ou no fundo do vale, sufocando o leito fluvial do rio Pardo a medida que muitas construções chegam ao ponto de adentrar as margens do rio.

---

<sup>1</sup> Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Ibatiba – ES

<sup>2</sup> Departamento de Geologia, Universidade Federal do Espírito Santo, CCENS, Alegre – ES

Além disso, o município não conta ainda com sistema de tratamento de esgoto, fato que agrava o nível de degradação do rio, pois é elevado o número de residências, sobretudo as mais próximas ao rio, que despejam seus esgotos domésticos diretamente no curso d'água sem tratamento algum.

Vale salientar que, o rio Pardo corta a cidade de Ibatiba de um extremo ao outro no sentido Nordeste-Sudoeste coincidindo com as porções mais urbanizadas e, ao longo deste trecho, sua estreita planície e suas margens são densamente ocupadas. Esta situação, aliada a falta de saneamento básico, facilita o lançamento *in natura* do esgoto doméstico no rio e contribui para a existência de outros fatores de degradação.

Diante deste cenário, há que se destacar ainda a importância da preservação do rio Pardo enquanto rio de cabeceira, pois ao atravessar a cidade de Ibatiba e receber uma grande quantidade de esgoto *in natura*, ele ainda percorrerá vários outros municípios até desaguar no rio Itapemirim.

O objetivo principal deste trabalho foi identificar como a ocupação desordenada do território e a falta de rede de esgoto tratada, contribuem para a degradação do rio Pardo na cidade de Ibatiba (ES). Para alcançar o objetivo proposto foi necessário: identificar a destinação dada ao esgoto doméstico de cada imóvel pesquisado por meio de entrevistas e com a coleta das coordenadas UTM através de GPS; mapear a distribuição espacial da destinação dada ao esgoto doméstico por meio da utilização de SIG; e, medir a qualidade da água do rio Pardo a montante e a jusante da área pesquisada.

## **Metodologia**

Inicialmente foram realizadas visitas a campo, sobretudo na extensão do rio que abrange o perímetro urbano, para o reconhecimento da área a ser estudada e identificação dos principais fatores de degradação do rio e sua bacia.

A delimitação da área foi realizada com base nas informações obtidas em campo, na coleta das coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) com GPS Garmin eTrex 10 de alguns pontos de interesse específicos e com o auxílio de uma Ortofoto, folha Ibatiba, disponibilizada pelo aerolevanteamento realizado pelo IEMA entre os anos de 2012 a 2015. Além disso, a coleta das coordenadas UTM foi feita no sistema de navegação por satélite GNSS (*Global Navigation Satellite System*), utilizando como sistema de referência geodésico o SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).



A área delimitada possui uma extensão de 5 km seguindo o leito do rio, no perímetro urbano, com largura em relação a ambas as margens de 60 m e foi dividida em cinco setores (Figura 1), cuja demarcação exata foi realizada por meio da ferramenta *buffer* no ArcMap.

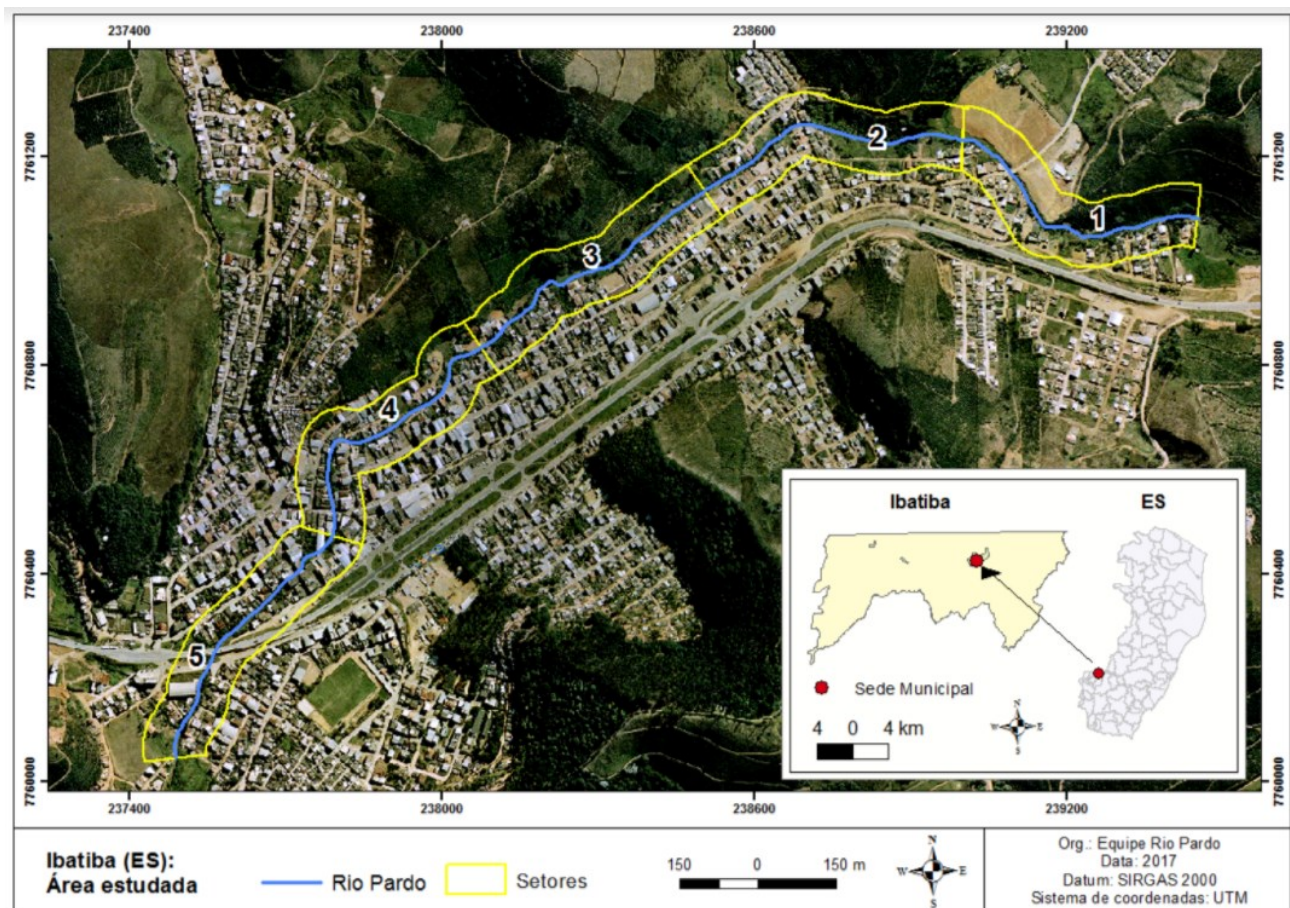


Figura 1: Delimitação da área estudada dividida em setores, na extensão do rio Pardo, perímetro urbano de Ibatiba.

Após essa etapa foi elaborado um questionário a ser aplicado aos moradores com o objetivo principal de identificar a destinação dada ao esgoto doméstico de cada imóvel pesquisado (fossa séptica, fossa negra, lançamento *in natura* no rio e outros). As entrevistas foram realizadas por equipes distribuídas em cada setor, que foram a campo acompanhadas de um GPS para coleta das coordenadas. De posse dos dados levantados nas entrevistas foi realizada a integração dos dados espaciais (coordenadas UTM) com os dados qualitativos, seguindo os mesmos passos da etapa anteriormente descrita: conversão das coordenadas UTM em dados vetoriais através do software Trackmaker que posteriormente foram trabalhados no ArcMap.

A integralização dos dados foi feita por meio de tabela de atributos em ambiente SIG, onde os dados qualitativos foram inseridos na tabela de atributos do *shapefile* de pontos coletados nas entrevistas.

Com os dados já integralizados em ambiente SIG, a categoria destinação de esgoto foi classificada e determinado as diferentes simbologias para as diferentes destinações de esgoto, como é visto na Figura 3.

Quando à análise da água, coletaram-se amostras em frascos de 2,0 L, transportadas diretamente ao laboratório e armazenadas sob refrigeração, garantindo a preservação de suas características (ABNT, 1987). Todo procedimento foi realizado em triplicata, tanto na coleta quanto na determinação dos teores analíticos, para os pontos a montante, no centro e a jusante da área pesquisada.

A Tabela 1 descreve as variáveis analisadas, o equipamento utilizado para detecção seguido do método, as formas de preservação, o prazo para análise, o volume mínimo e o tipo de frasco, conforme os procedimentos sugeridos na NBR 9898 (ABNT, 1987).

Tabela 1. Variáveis analisadas e método utilizado para detecção, forma de preservação, prazo para análise, volume mínimo a ser coletado e frascos a serem utilizados em amostras para análises físico-químicas e microbiológicas segundo a NBR 9898 (ABNT, 1987).

Parâmetros	Equipamentos e métodos	Preservação	Prazo para análise	Volume Mínimo	Tipo frasco
Alcalinidade total	Titulação – APHA (2012)	Refrigerar a 4 °C	24 horas	200 mL	P <sup>1</sup> , V <sup>2</sup>
Cor	Fotômetro	Refrigerar e manter ao abrigo da luz	24 horas	200 mL	P <sup>1</sup> , V <sup>2</sup>
Condutividade elétrica	Condutivímetro de eletrodo – ASTM (2005)	Refrigerar a 4 °C	28 dias	500 mL	P <sup>1</sup> , V <sup>2</sup>
DQO	Espectrômetro UV-Vis - Tubos de digestão – APHA (2012)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. até pH < 2 Refrigerar a 4 °C	7 dias	100 mL	P <sup>1</sup> , V <sup>2</sup>
Fósforo total	Espectrômetro UV-Vis - Colorimétrico – APHA (2012)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. até pH < 2 Refrigerar a 4 °C	28 dias	200 mL	V <sup>2</sup>
Nitrogênio total Kjeldahl	Digestão de N – Espectrômetro UV-Vis	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> conc. até pH < 2 Refrigerar a 4°C	7 dias	1000 mL	P <sup>1</sup> , V <sup>2</sup>
OD	Oxímetro – Sonda seletiva	2 mL sulfato mang e 2 mL iodeto-azida	8 horas	3000 mL	V <sup>2</sup>
pH	pHmetro – APHA (2012)	Refrigerar a 4 °C	6 horas	200 mL	P <sup>1</sup> , V <sup>2</sup>
Turbidez	Turbidímetro - APHA (2012)	Refrigerar e manter ao abrigo da luz	24 horas	200 mL	P <sup>1</sup> , V <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Polietileno

<sup>2</sup> Vidro borossilicato.

### A pressão antrópica sobre o rio Pardo

A porção urbana do município de Ibatiba ocupa uma pequena área do território que corresponde a 1,75% da área total (DEINA et. al., 2017) e possui densidade demográfica de

92,98 hab./km<sup>2</sup> conforme censo demográfico de 2010 (IBGE, 2017). Esta ocupação se estende pelas encostas e ao longo das margens do rio Pardo, no seu estreito vale sujeito a inundações naturais agravadas pela ocupação indevida, cujas construções chegam ao ponto de adentrar as margens do rio em praticamente todo o seu curso no perímetro urbano (Figuras 2 *a* e *b*).

Nos trabalhos de campo realizados durante a pesquisa, foi possível identificar facilmente a gravidade da situação e os fatores responsáveis por tamanha degradação, todos ligados a ocupação desordenada. Entre os principais, estão: a supressão da vegetação ciliar, a erosão e o conseqüente assoreamento, a obstrução das margens e do leito do rio pelas construções indevidas e, o elevado nível de poluição, identificável até mesmo pela simples observação da coloração da água e pelo mal cheiro (Figuras 2 *a*, *b*, *c* e *d*).



Figuras 2: *a* e *b*) Rio Pardo no centro de Ibatiba; *c*) Rio Pardo após o centro e a menos de 1000 m deste; *d*) Rio Pardo a jusante da área urbana. Fotos: Equipe Rio Pardo, 2016.

As informações levantadas através das entrevistas e o posterior mapeamento das mesmas trouxeram dados alarmantes. Dos 288 imóveis pesquisados 97,2% deles despejam o esgoto direto no rio. Apenas 1,4% possuem fossa séptica e os outros 1,4% lançam o esgoto em fossas negras (Tabela 2). Desse total 74% são esgotos domésticos, sendo 70% oriundos de imóveis tipo casas e 4% de imóveis tipo prédios (Tabela 3). Esta distinção é importante, pois os prédios aqui mencionados possuem mais de uma residência, ou seja, o número de moradores em cada um é bem maior, logo a quantidade de esgoto lançado também é maior. Já os comércios são responsáveis por 24% do esgoto lançado, mas estes valores representam apenas uma parte da realidade, pois a área delimitada para a pesquisa corresponde somente as ocupações próximas ao rio, onde concentram-se a maior parte dos comércios da cidade. Se

levarmos em consideração a totalidade das ocupações, muito provavelmente o percentual de esgoto proveniente dos imóveis residenciais será muito maior.

Ao analisar a destinação do esgoto e o tipo de ocupação por setores, nota-se pouca diferença entre eles (Tabelas 2 e 3). O destaque é o setor quatro, que por ter um grande número de comércios subentende que teriam mais recursos financeiros e informações, para adotar a decisão correta quanto a destinação do esgoto, o que não ocorre, pois dos 95 imóveis pesquisados neste setor, 94 deles lançam o esgoto direto no rio.

Tabela 2: Destino do esgoto por setores pesquisados e valor total

	Setor 1	Setor 2	Setor 3	Setor 4	Setor 5	Total	Total (%)
Lançado no rio	28	73	45	94	40	<b>280</b>	<b>97,2</b>
Fossa séptica	0	1	0	0	3	<b>4</b>	<b>1,4</b>
Fossa negra	1	0	2	1	0	<b>4</b>	<b>1,4</b>
Outros	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0,0</b>
<b>Total de imóveis</b>	<b>29</b>	<b>74</b>	<b>47</b>	<b>95</b>	<b>43</b>	<b>288</b>	<b>100,0</b>

Tabela 3: Tipo de ocupação por setores pesquisados e valor total

	Setor 1	Setor 2	Setor 3	Setor 4	Setor 5	Total	Total (%)
Casa	23	69	40	53	17	<b>202</b>	<b>70,1</b>
Prédio	1	3	2	1	4	<b>11</b>	<b>3,8</b>
Comércio	3	2	2	41	20	<b>68</b>	<b>23,6</b>
Outros	2	0	3	0	2	<b>7</b>	<b>2,4</b>
<b>Total de imóveis</b>	<b>29</b>	<b>74</b>	<b>47</b>	<b>95</b>	<b>43</b>	<b>288</b>	<b>100,0</b>

A espacialização dos dados referentes a destinação do esgoto (Figura 3), deixa ainda mais evidente a grave realidade já constatada em números. Através dela é possível compreender porque numa extensão tão pequena entre o início e o fim do perímetro urbano (a montante e a jusante do rio) as características da água mudam completamente, mesmo quando observadas a olho nu. Com um relevo bastante acidentado e um estreito fundo de vale, a cidade de Ibatiba cresceu espremida nos poucos espaços disponíveis no vale fluvial ou nas encostas dos morros, o que explica em parte a elevada concentração do esgoto num percurso tão pequeno.



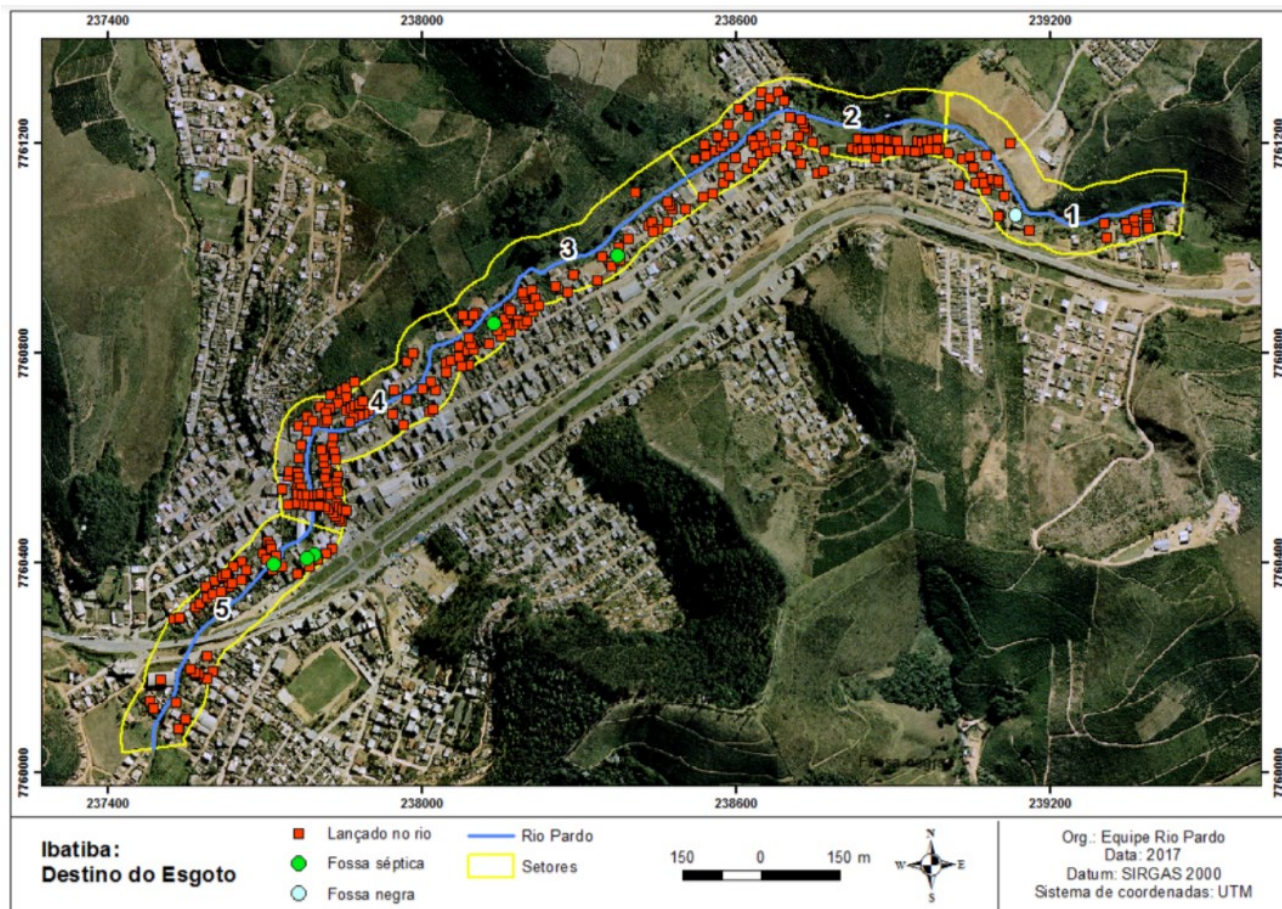


Figura 3: Distribuição espacial do lançamento do esgoto na cidade de Ibatiba (ES) referente a área pesquisada.

Para entender melhor a problemática relacionada a destinação incorreta do esgoto a cidade de Ibatiba, foram levantados dados relativos a renda familiar (Tabela 4) e ao grau de escolaridade da população estudada (Tabela 5). A renda familiar mostrou resultados preocupantes, a começar pelos 57,3% da população cuja renda familiar não ultrapassa dois salários mínimos e destes, 30,9% recebem no máximo um salário mínimo, enquanto o percentual de famílias com renda superior a três salários mínimos foi de apenas 13,2%. A princípio podemos concluir que a renda familiar em Ibatiba não está diretamente relacionada com a destinação dada ao esgoto, pois independente da faixa salarial, 97% dos imóveis pesquisados lançam esgoto direto no rio.

Entretanto, precisamos destacar que a renda familiar da maior parte da população pesquisada é muito baixa. Os dados do próprio censo demográfico de 2010 (IBGE, 2017) comprovam esta realidade, no qual 36,3% da população do município possuía rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo. Ou seja, trata-se de uma população muito carente em relação as necessidades básicas para uma vida digna, em que, frente a tantas necessidades, a destinação correta do esgoto fica de lado, talvez porque parte desta população

sequer consegue pensar em possibilidades mais sustentáveis ou quando conseguem não possuem recursos financeiros para tal alternativa (realidade que não cabe a parcela da população com maior poder aquisitivo). Contudo, devemos deixar claro que a destinação correta do esgoto deve ser feita através de rede de tratamento cuja responsabilidade é do poder público municipal em parceria com outras instituições e empresas.

Tabela 4: Renda familiar por setores pesquisados e valor total

	Setor 1	Setor 2	Setor 3	Setor 4	Setor 5	Total	Total (%)
Menor que um salário mínimo	4	5	2	0	0	11	3,8
Um salário mínimo	10	27	19	22	0	78	27,1
Um a dois salários mínimos	7	29	14	23	3	76	26,4
Dois a três salários mínimos	2	10	2	17	15	46	16,0
Três a cinco salários mínimos	0	0	4	10	10	24	8,3
Acima de 5 salários mínimos	1	0	0	1	12	14	4,9
Não responderam	5	3	6	22	3	39	13,5
<b>Total de imóveis</b>	<b>29</b>	<b>74</b>	<b>47</b>	<b>95</b>	<b>43</b>	<b>288</b>	<b>100,0</b>

Nos dados adquiridos pelas entrevistas, percebe-se que a diferença entre o nível de escolaridade de um setor para o outro não está diretamente ligado ao tipo de destinação dada ao esgoto (Tabela 5), haja vista que dos 288 imóveis pesquisados 280 despejam esgoto direto no rio, mesmo nos setores quatro e cinco, onde o número de pessoas com ensino médio completo e com ensino superior completo foi muito maior em relação aos demais setores. Contudo, o que chama mais a atenção é o baixo grau de escolaridade da população como um todo, pois 49,8% possui no máximo ensino fundamental e destes, 34% fundamental incompleto.

Tabela 5: Grau de escolaridade por setores pesquisados e valor total

	Setor 1	Setor 2	Setor 3	Setor 4	Setor 5	Total	Total (%)
Não alfabetizado	4	5	0	2	0	11	3,8
Fundamental completo	2	10	4	9	7	32	11,1
Fundamental incompleto	12	44	21	20	1	98	34,0
Médio completo	2	7	9	30	17	65	22,6
Médio incompleto	2	6	4	4	0	16	5,6
Superior completo	1	2	3	19	16	41	14,2
Superior incompleto	0	0	0	8	0	8	2,8
Não responderam	6	0	6	3	2	17	5,9
<b>Total de imóveis</b>	<b>29</b>	<b>74</b>	<b>47</b>	<b>95</b>	<b>43</b>	<b>288</b>	<b>100,0</b>

O baixo grau de escolaridade desta população está diretamente ligado a renda familiar também muito baixa, dados estes que merecem atenção quanto a problemática levantada, pois revelam que o município de Ibatiba não está cumprindo com várias políticas públicas

prioritárias e de sua competência, ou seja, o problema em questão vai muito além da falta de rede de esgoto tratada.

### A qualidade da água

O elevado número de imóveis que lançam esgoto direto no rio, identificados através de pesquisa em campo e posterior mapeamento das informações, pode ser comprovado pela análise da qualidade da água. Os resultados foram obtidos a partir de variáveis analisadas a montante, centro e jusante da cidade de Ibatiba (ES), que contemplam a área de estudo, juntamente com seus respectivos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005 para rios classe 2 (Tabela 6).

Tabela 6: Análise da qualidade da água do rio Pardo

Variável	Unidade	Montante	Centro	Jusante	CONAMA
Turbidez	NTU	325	249	124	≤ 100
pH	-	6,8	7,03	7,09	6 a 9
CE	mS cm <sup>-1</sup>	0,118	0,078	0,065	-
N <sub>t</sub>	mg L <sup>-1</sup>	30	40	30	3,7
P <sub>t</sub>	mg L <sup>-1</sup>	0,1	0,2	0,1	0,050
DQO	mg L <sup>-1</sup>	14,2	60,3	35,3	-
OD	mg L <sup>-1</sup>	3,6	3,35	4,53	> 5,0
Cor	PCU	2.906	2.476	1.480	< 75
Alcalinidade	mg L <sup>-1</sup>	16,40	36,47	35,89	-

Nota: Variáveis analisadas a montante, centro e a jusante da cidade de Ibatiba (ES), com base nos respectivos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005.

A turbidez e a cor se mantiveram acima do estabelecido pela Resolução em todos os pontos analisados, o que pode estar associado à elevadas quantidades de sólidos suspensos no caso da turbidez e dissolvidos para a Cor presentes na água do manancial. Os materiais em suspensão podem ter origem no processo de erosão das encostas e em esgotos domésticos e industriais lançados nas águas, além da presença de algas e pequenos animais (BRAGA, 2005). Essa erosão decorre do mau uso do solo que impede a fixação da vegetação (BRASIL, 2006), realidade muito comum no município de Ibatiba cuja urbanização e cultivo do café na região se estendem por estas encostas. Ainda de acordo com Brasil (2006), a elevação da turbidez e da cor causam a redução na fotossíntese da vegetação enraizada submersa das algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes.

A variável pH manteve-se dentro dos limites da resolução. O pH fornece indícios sobre a qualidade hídrica, embora alterações podem ser decorrentes da atividade das algas

(fotossíntese e respiração), da dissolução de rochas e do lançamento de despejos domésticos e industriais (LIBÂNIO, 2005).

Já a condutividade Elétrica (CE) e a Alcalinidade não possuem limites estabelecidos pela resolução CONAMA. Entretanto, considera-se de extrema importância a avaliação dessas variáveis em corpos d'água. A alcalinidade total trata-se da quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. É uma medida da capacidade da água de neutralizar os ácidos (resistir às mudanças de pH: efeito tampão). Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), os carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e os hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ) (VON SPERLING, 2005). A distribuição dessas três formas na água é função do pH, como pode ser visto na Tabela 6, uma relação proporcional entre pH e Alcalinidade.

A medida da alcalinidade é de fundamental importância para o consumo humano e animal, pois, é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados durante o processo de tratamento de água. Normalmente as águas superficiais possuem alcalinidade natural em concentração suficiente para reagir com o sulfato de alumínio nos processos de tratamento (BRASIL, 2006).

A Condutividade Elétrica (CE), é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura, indicando a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 0,100 mS.cm<sup>-1</sup> indicam ambientes impactados (CETESB, 2008).

Quanto às variáveis indicativas de eutrofização ou enriquecimento de nutrientes na água, Nitrogênio total ( $\text{N}_t$ ) e Fósforo total ( $\text{P}_t$ ), apenas o fósforo esteve acima do permitido pela resolução. O fósforo pode estar presente em esgotos e despejos de domésticos que compõe moléculas orgânicas, como a de um detergente (CETESB, 2012).

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Os valores de (DQO) normalmente são maiores que os da  $\text{DBO}_{5,20}$ , pois o agente oxidante degrada tanto a matéria orgânica, quanta a inorgânica presente em um meio. Uma das vantagens de se realizar o teste de DQO ao invés da DBO, é que o primeiro é realizado em poucas horas (CETESB, 2008). Apesar de não apresentar limites para a DQO na resolução, observa-se aumento desta no ponto de coleta localizado no centro da cidade. Tal fato pode estar associado à elevadas cargas de esgotos lançados *in natura* no curso d'água, confirmando resultados obtidos nesta pesquisa em que 97%



dos imóveis pesquisados lançam esgoto direto no rio (Figura 3). A diminuição ao longo do curso d'água representa o potencial de autodepuração do manancial.

Já o oxigênio Dissolvido (OD), este apresentou-se abaixo do limite em todos os pontos. A decomposição da matéria orgânica nos cursos d'água pode consumir oxigênio dissolvido, assim, o teor de oxigênio dissolvido (OD) expressa indiretamente a quantidade de matéria orgânica presente no meio (VON SPERLING, 2005), uma relação inversamente proporcional.

### **A contribuição das geotecnologias**

O geoprocessamento é uma ferramenta que possibilita a manipulação das funções que representam os processos ambientais, de maneira simples e eficaz, e possibilita economia de recursos e tempo. E em todas as suas etapas envolve uma série de geotecnologias (MENDES e CIRILO, 2001).

A execução desta pesquisa contou com o suporte dessas ferramentas geotecnológicas em praticamente todas as etapas. Desde os primeiros trabalhos em campo em que o uso de GPS foi fundamental para a coleta das coordenadas UTM, seguida da utilização do SIG (Sistema de Informações Geográficas), neste caso o ArcGis, no qual foram processados os dados levantados em campo e realizado mapeamento do limite da área a ser estudada. A etapa das entrevistas também contou com o apoio de GPS, tendo em vista que para o mapeamento da destinação dada ao esgoto era preciso a localização exata de cada imóvel, obtida através das coordenadas para então, por meio do SIG, gerar o mapa da distribuição dada ao esgoto.

Este exemplo evidencia a crescente importância das geotecnologias enquanto ferramentas de suporte aos estudos geoambientais e ao processo de planejamento territorial, no qual a compreensão da dinâmica espacial e de como esta se materializa é fundamental (FUSHITA e SANTOS, 2017).

Outro exemplo no qual a utilização das geotecnologias se faz fundamental é o zoneamento ambiental que tem por finalidade orientar o uso e ocupação da terra e é muito utilizado na construção do Plano Diretor Municipal (PDM). Para estabelecer o zoneamento é necessário a compreensão da dinâmica territorial e de como esta se materializa no espaço, além do apoio de ferramentas como SIG's, pois estes permitem especializar e processar simultaneamente de um conjunto de dados espaciais, que auxiliam a tomada de decisões. Corroborando com a afirmação anterior, Fitz (2008) destaca o papel prestado pelas geotecnologias, cujos resultados direcionam o processo de tomada de decisão, sobretudo aquelas vinculadas às questões de planejamento e à organização do espaço geográfico.

Retomando o contexto do planejamento territorial é importante enfatizar o papel do município quanto “[...] a elaboração, aprovação e fiscalização de instrumentos relacionados com o ordenamento do território, tais como os planos diretores, o zoneamento, o parcelamento do solo, a delimitação de áreas industriais, urbanas e de preservação ambiental [...]” (CARNEIRO e MIGUEZ, 2011, p.193). Quando o município trabalha sob essa perspectiva os impactos socioambientais serão bem menores.

O presente estudo mostra aspectos muito importantes da pesquisa em questão, pois esta levantou informações destinadas a contribuir diretamente com o planejamento e gestão do município de Ibatiba, com auxílio das geotecnologias.

Com o auxílio das geotecnologias em ambiente SIG é possível auxiliar o planejamento e a gestão ambiental do município de Ibatiba, principalmente no que tange aos recursos hídricos. Podendo assistir tomadas de decisões dos órgãos públicos que visem mitigar os danos existentes e produzir um programa de gestão de recursos hídricos no município.

É necessário ressaltar também a importância do investimento em produtos cartográficos de boa qualidade, neste trabalho foi utilizada para a manipulação dos dados a Aerofoto disponibilizada pelo IEMA que tem uma resolução muito melhor que a maioria das imagens disponibilizadas gratuitamente para a comunidade científica. A partir dela foi possível observar e interpretar o uso e ocupação do solo com clareza, facilitando na obtenção de resultados satisfatórios.

### **Considerações finais**

A degradação ambiental do rio Pardo devido a ocupação desordenada na cidade de Ibatiba não foi novidade, afinal esta problemática é que nos orientou quanto os rumos da pesquisa. Entretanto, não esperávamos resultados tão alarmantes quanto ao elevado número de imóveis que despejam esgoto *in natura* direto no rio. Imaginávamos um maior número de residências lançando o esgoto em fossas sépticas ou fossas negras, já que o município não dispõe de rede de esgoto tratado. Este resultado também foi comprovado a partir da análise da água em três pontos do rio Pardo, localizados no perímetro urbano, onde o ponto situado no centro da cidade apresentou os piores resultados quanto as variáveis analisadas.

Os referidos dados questionam a atuação do poder público municipal em relação ao cumprimento de suas obrigações, haja vista a precariedade na oferta de serviços básicos essenciais à população. Assim como a falta de tratamento do esgoto, o estudo apontou que a

renda familiar e o grau de escolaridade da população são extremamente baixos, revelando a impossibilidade que esta parcela da sociedade tem para melhorar por conta própria a sua condição de vida, fato este que impede igualmente o desenvolvimento do município, pois esta população depende em grande medida de políticas públicas, que lhe permitam emancipação financeira promovida, entre outros, por uma educação e saúde de qualidade. É imprescindível destacar que quando esta emancipação ocorre, o município dá um grande passo rumo ao desenvolvimento, por exemplo, com mais arrecadação de impostos e menos gastos com o atendimento à população carente.

Logo, a realidade sobre o elevado número de imóveis que despejam o esgoto direto no rio, está relacionada a um conjunto de fatores que vão muito além da falta de tratamento do esgoto. Inicia-se com uma sucessão de gestores municipais sem compromisso com a sociedade e respeito com meio ambiente, cujo despreparo e ausência de planejamento territorial são evidentes.

Infelizmente, essa realidade não é exclusividade do município de Ibatiba e um único mandato eletivo não é tempo suficiente para solucionar tantos problemas. Os desafios a serem enfrentados são muitos, pois para resolver a precariedade da oferta de serviços públicos essenciais como educação, saúde, saneamento ambiental e outros, é necessário mudar a lógica do planejamento e gestão do município, a começar por um planejamento socioambiental adequado e a longo prazo, capaz de promover uma gestão democrática, na qual a participação efetiva da sociedade nos processos decisórios seja obrigatória, o que torna imprescindível o desenvolvimento social.

## Referências

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. **Standard test method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods**. In: Annual book of ASTM standards. ASTM: West Conshohocken, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**: 9898. Rio de Janeiro, 1987. 22p.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L. **Introdução à engenharia ambiental**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006, 146 p.

CARNEIRO, Paulo Roberto Ferreira; MIGUEZ, Marcelo Gomes. **Controle de Inundações em Bacias Hidrográficas Metropolitanas**. São Paulo: Annablume, 2011. 1ª Ed. Fls. 300.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem.** Apêndice A, Série de relatórios. Secretaria de Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo, 2008.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de qualidade das águas.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/34-variaveis-dequalidade-das-aguas---old>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

CUNHA, Sandra Batista da. **A questão ambiental: diferentes abordagens.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

DEINA, M. A.; COELHO, A. N.; E. C. S. Guimarães. **Mapeamento das Fragilidades Potencial e Emergente no Município de Ibatiba (ES).** Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), São Paulo: INPE, 2017.

FITZ, Paulo R. Geoprocessamento sem complicação, São Paulo: Oficina de Textos. 2008b.

FUSHITA, Angela T. SANTOS, José Eduardo dos. **Geotecnologias Aplicadas à Conservação da Biodiversidade.** São Carlos: Edufscar, 2017.

IBGE. Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/ibatiba/panorama>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** Campinas, SP: Átomo, 2005. 628 p.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias:** Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. v. 1. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.

MENDES, C. A. B., CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em recursos hídricos:** Princípios, Integração e Aplicação. Porto Alegre: ABRH, 2001. 536 p.