



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA - RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS RIO GRANDE  
CURSO TÉCNICO EM GEOPROCESSAMENTO**



## **CONTRIBUIÇÕES DO GEOPROCESSAMENTO NO PROGRAMA VIGIÁGUA NO MUNICÍPIO DO RIO GRANDE**

Danielle Passos Arruda

Nathalia Oliveira Ramos

**Orientadora:** M. Eng. Carolina Larrosa de Oliveira

Rio Grande  
Janeiro, 2014.



## **CONTRIBUIÇÕES DO GEOPROCESSAMENTO NO PROGRAMA VIGIÁGUA NO MUNICÍPIO DO RIO GRANDE**

Danielle Passos Arruda

Nathalia Oliveira Ramos

Trabalho apresentado como pré-requisito para a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso do Curso Técnico em Geoprocessamento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Rio Grande.

Rio Grande  
Janeiro, 2014.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	5
2. OBJETIVOS .....	7
2.1 Objetivo Geral.....	7
2.2 Objetivos Específicos .....	7
3. JUSTIFICATIVA.....	8
4. REFERENCIAL TEÓRICO .....	9
4.1 O município do Rio Grande.....	9
4.2 Polo Naval e crescimento populacional.....	10
4.3 Vigiaágua .....	11
5. METODOLOGIA .....	15
6. RESULTADOS OBTIDOS .....	19
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	38
8. APENDICE 01 - MATERIAL UTILIZADO NA CAPACITAÇÃO .....	39
9. REFERÊNCIAS .....	40

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo espacializar informações referentes à qualidade da água consumida na rede de abastecimento do município do Rio Grande (RS) através da criação de um Sistema de Informações Geográficas. Foi executado com os dados do Programa Vigiágua e coletas mensais realizadas pela Vigilância Ambiental em Saúde do município do Rio Grande. Para tanto, foram tabulados e estruturados em um banco de dados os seguintes parâmetros: presença de coliformes, turbidez, cor, cloro residual, flúor e ph. Este banco de dados alimentou um Sistema de Informações Geográficas, possibilitando assim que sejam executadas uma série de consultas espaciais e mapas temáticos com estes dados. Com os produtos cartográficos e análises possibilitadas por este SIG é ainda possível a identificação de locais com parâmetros inadequados, além de possibilitar o cruzamento destas informações com os demais dados constantes no SIG, como: informações censitárias e divisão de localidades. Foi também possível testar métodos geoestatísticos para espacialização dos parâmetros da água aqui analisados. O trabalho foi executado com sucesso no software ArcGis versão 10.0, e os resultados aqui expostos refletem a distribuição espacial destes parâmetros. Espera-se que os resultados deste trabalho possam contribuir para uma melhor gestão da saúde, onde servidores possam usufruir das informações advindas daqui para melhor monitoramento das ocorrências de doenças causadas por veiculação hídrica.

**Palavras-chave:** Qualidade da água, Geoprocessamento, Vigiágua.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho busca auxiliar a Vigilância Ambiental em Saúde do município do Rio Grande no monitoramento do controle da água, utilizando, para tanto, técnicas e ferramentas do Geoprocessamento. Especificamente neste trabalho, serão utilizados os dados do Programa Vigiágua.

Segundo Daniel e Cabral (2011) *“O Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiágua) visa desenvolver ações de vigilância que garantam à população acesso à água em quantidade suficiente e qualidade compatível com o padrão de potabilidade”*

O tema deste trabalho trata da Geografia da Saúde, área que tem se destacado bastante em nível mundial. A Fundação Oswaldo Cruz FIOCRUZ (2010) , especialmente no Brasil, dedica-se já há alguns anos na formação de profissionais para atuarem neste ramo.

Segundo Santana (2005, p. 26):

Nos últimos trinta anos a Geografia da Saúde tem desenvolvido o estudo, a reflexão e o debate sobre questões tão diversas quanto as determinantes da saúde e do acesso e utilização dos cuidados de saúde, a distribuição e difusão da doença, a localização de equipamentos, as áreas de influência e atração dos serviços de saúde, etc.

Através da colocação exposta por Santana é possível perceber que a Geografia da Saúde deixa de ser um campo restrito da área médica, onde o principal objetivo era o mapeamento de doenças. Ela passa a fazer parte de algo maior, que compreende a distribuição dos serviços e equipamentos de saúde e análise espacial dos fenômenos dela associados. Apesar de permitir análises mais complexas, a Geografia da Saúde surge inicialmente preocupada os locais em que as doenças ocorrem(Santana, 2008), possibilitando assim ter um controle do surgimento dessas doenças, para assim poder contribuir para a saúde e o bem estar da população.

Segundo Lemos e Lima (2002):

Compreender o processo de organização do espaço geográfico, pelas sociedades humanas, em diferentes tempos e lugares, é uma forma particular de entender as doenças. Portanto, para a Geografia Médica, a compreensão deste processo é muito importante por permitir entender o papel da organização do espaço geográfico na gênese e na distribuição das doenças, para que se possam estabelecer programas de vigilância ambiental em saúde.

Lemos e Lima (2002) reforçam então a ideia já colocada por Santana (2005), demonstrando o quanto a questão espacial é importante para entender a distribuição das doenças, especialmente para estabelecimento de Programas de Vigilância Ambiental em Saúde.

Assim, surge a proposta deste trabalho, que tem como principal objetivo gerar uma ferramenta capaz de ajudar no monitoramento da qualidade da água consumida no município, com base nos parâmetros estabelecidos, e com isso auxiliar a Secretaria Municipal da Saúde numa melhor distribuição dos pontos de amostras de coletas. Neste trabalho o geoprocessamento foi importante para indicar quais os locais que apresentam o maior nível de contaminação, ou seja, quais os lugares que possuem a presença de coliformes fecais, o que pode facilitar na prevenção das doenças causadas pela contaminação da água como: hepatite A e doenças diarreicas, que são causadas pela presença de coliformes fecais.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Gerar um Sistema de Informações Geográficas com espacialização dos dados do Programa Vigiágua no município do Rio Grande (RS).

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Apresentar uma ferramenta capaz de espacializar os dados do Vigiágua no município do Rio Grande;
- Capacitar os servidores municipais em um software de geoprocessamento;
- Sobrepor informações do Programa Vigiágua com demais bases cartográficas municipais, como dados censitários;
- Gerar mapas temáticos representando os dados fornecidos pelo programa Vigiágua e
- Mapear os elementos que auxiliam no controle e monitoramento da qualidade da água, como por exemplo: estações de tratamento da água (ETA) e reservatórios.

### 3. JUSTIFICATIVA

A proposta deste projeto surgiu para suprir uma demanda registrada pela Secretaria Municipal da Saúde da Prefeitura do Rio Grande (RS). A equipe do Programa Geosaúde<sup>1</sup>, visitada pela Vigilância ambiental em saúde, ficou ciente de uma demanda neste setor, que tratava do mapeamento e geração de um banco de dados com as informações do sistema de monitoramento da água consumida no município do Rio Grande.

A maior preocupação registrada pela servidora era organizar espacialmente as informações contidas no sistema Siságua, alimentado por ela, com informações referentes à água consumida no município do Rio Grande desde o ano de 2007. A servidora ressaltou a importância de traçar um histórico da análise da água no município, a fim de que seja verificada a persistência da contaminação em alguns pontos ao longo dos anos. Outra preocupação registrada foi que com o crescimento demográfico ocorrido nestes últimos anos, as áreas que utilizam sistemas de abastecimento de água através de poços artesianos, apresentam nas últimas análises maior contaminação da água (porém como os dados de crescimento demográfico não foram sobrepostos à rede de poços artesianos, a suspeita da servidora não pôde ser confirmada). A terceira inquietude da servidora diz respeito à sobreposição de dados da contaminação da água com a ocorrência de doenças diarreicas (a fim de que possa ser estudada a relação entre estes dois elementos).

Em reunião, ficou então acertado que a demanda apresentada pela servidora seria atendida em partes, tendo em vista a impossibilidade de mapear todas as ocorrências de doenças diarreicas no município devido ao grande volume de dados a serem espacializados, e o tempo projetado para sua execução. Ficou também acordado que as ações aqui propostas dependem de um comprometimento da Vigilância Ambiental em Saúde (VAS) para auxílio na coleta e análise dos dados gerados. Assim, a servidora comprometeu-se em participar e integrar a pesquisa em todas as suas etapas.

---

<sup>1</sup> O Programa Geosaúde é um Programa de extensão desenvolvido no IFRS – Campus Rio Grande que trata da espacialização de informações vinculadas à área da saúde. O referido Programa tem parceria com a Prefeitura Municipal do Rio Grande, e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Maiores informações podem ser adquiridas no sítio eletrônico: <https://200.132.214.8/geosaude/>



## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 O município do Rio Grande

Segundo IBGE (s.d.):

Rio Grande foi oficialmente fundada em 19 de fevereiro de 1737 pelo Brigadeiro José da Silva Paes, como parte de um plano político amplamente discutido entre as autoridades metropolitanas e coloniais, mas mantido em sigilo para não despertar a atenção dos espanhóis. Em 1917, inicia-se no município a construção do Frigorífico Swift, que influenciou decisivamente o fluxo migratório para a cidade, fazendo crescer a antiga vila dos Cedros, hoje bairro Getúlio Vargas e teve papel importante na vida econômica e social do Rio Grande. A partir de 1920 a indústria diversificou-se ainda mais com o crescimento da indústria do pescado, bolachas e bebidas. Em 1937 foi fundada a Refinaria de Petróleo Ipiranga, com grande apoio do governo federal, chefiado por Getúlio Vargas. Hoje, Rio Grande passa por uma reestruturação da atividade portuária, ampliando-a e modernizando-a, colocando-se como um dos principais portos brasileiros e importante porto do Mercosul. Foi desenvolvido o pólo naval, com os estaleiros, culminando na construção de uma plataforma petrolífera, a P-53. Além disso, é importante cidade universitária, centro turístico com a mais bonita praia sulina e importante pólo comercial.

Segundo a Prefeitura Municipal do Rio Grande (s.d.) *"O Balneário Cassino possui excelente suporte estrutural capaz de sustentar a população residente, cerca de 20.000 habitantes, assim como a flutuante, em época de veraneio, que ultrapassa a 150 mil turistas, procedentes do Brasil e dos Países do Prata."*

Segundo o Jornal Agora *apud* Prefeitura Municipal (2013), nove em cada dez domicílios no Município são abastecidos por rede geral de água. Para zerar esse déficit é necessária uma interiorização da gestão do saneamento básico. Isso porque a maior demanda de pessoas sem acesso à rede de água encontra-se na zona rural, principalmente, no interior dos distritos do Povo Novo e da Quinta, revela o levantamento feito pela Prefeitura.

A partir das informações acima referentes ao balneário cassino e ao acesso de água, podemos perceber que enquanto o município de Rio Grande apresenta um suporte para a população do cassino, não possui nenhum planejamento para suprir à demanda que existe em relação à falta de acesso a rede de água da zona rural.

As equipes dos postos de saúde das localidades realizam o programa Vigiágua, tendo como objetivo de visitar as casas, realizar a análise da água dos poços e orientar os moradores sobre os cuidados no consumo. Um exemplo positivo desse projeto é do presidente do Conselho Local de Saúde. Ele permitiu que fosse feita a análise da água do poço que abastece a sua casa e, de acordo com a enfermeira Cássia, foi constatada a contaminação da água com

coliformes fecais. “Passei a utilizar a água do poço apenas para molhar o jardim, lavar o carro”, revelou Teixeira. (Jornal Agora, 2013)

Assim, com as pesquisas realizadas em relação ao município constatamos que apesar de todo seu crescimento histórico e turístico, por estar em pleno desenvolvimento e também por possuir toda uma abrangência, a zona rural ainda carece de planejamento que suporte tamanho demanda, onde essas áreas são as mais precárias.

#### **4.2 Polo Naval e crescimento populacional**

Segundo Feijó e Madono (2012)

O polo naval na cidade do Rio Grande insere-se em um contexto em que há a retomada da indústria naval no Brasil. Porém, o crescimento do Rio Grande vem, em alguma medida, de forma inesperada e acelerada, não comportando a cidade uma infraestrutura adequada, compatível a todas as mudanças significativas que vêm ocorrendo desde então.

Outro fator que ocasionou o desenvolvimento da cidade foi descentralização dos trabalhadores, pois a maioria da população riograndina, saiu dos seus trabalhos no comércio para trabalhar no polo naval do Rio Grande, sendo que o comércio sofreu com a falta de pessoas para determinados cargos (G1, 2013).

Segundo IBGE (2010) é possível constatar esse crescimento, pois o município do Rio Grande passou a apresentar uma população de 197.228 e densidade demográfica de 72.79 por Km<sup>2</sup>.

O que resultou numa falta de investimento inesperado, em consequência disso houve um mau planejamento, havendo algumas falhas em relação às moradias, pois a quantidade de pessoas no município ultrapassa o número de casas disponíveis para locação. De acordo com Santos (2012) *“O crescimento na cidade é tão acelerado, que não há imóveis disponíveis para locação. Esse foi um dos gargalos da infraestrutura.”*

O município do Rio Grande terá de investir num planejamento que suporte a população presente, este deverá garantir a população uma melhor qualidade de vida, fornecendo uma melhor condição de vida ou, pelo menos, condições básicas para a sobrevivência, já que estudos mostram que o crescimento do município tende à continuação do crescimento. Segundo Castaman (2012) as estimativas apontam para uma população de até 400 mil habitantes em Rio Grande até o ano de 2020. Os efeitos do crescimento populacional e econômico foram temas dos debates do Rio Grande, evento da Rádio Gaúcha, que reuniu centenas de pessoas na noite de 21 de novembro de 2012 no auditório do Instituto Juvenal Müller.

Portanto, para a realização desse trabalho faz-se necessário às informações municipais apresentadas. Dessa forma poderemos ver em que local da cidade está precisando de uma solução imediata, em relação aos abastecimentos de água e a qualidade da água que está chegando a esses locais.

### 4.3 Vigiágua

O Vigiágua é um programa que controla a qualidade da água para consumo humano, através da coleta de amostras de águas, que são analisadas, de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo programa, que são: cloro, flúor, turbidez e coliformes. Sendo, que a partir do Vigiágua é possível criar soluções para resolver e evitar a proliferação dos casos de doenças causadas pela contaminação da água, onde a maioria das vezes o principal alvo são as crianças. (Aguiar e Silva, 2002).

Daniel e Cabral *apud* Siságua (2011):

No Brasil há 21% dos sistemas de abastecimento sem tratamento da água, que abastecem cerca de 15 milhões de pessoas. A atuação do setor saúde, por meio do Vigiágua, estabelece articulação entre políticas e programas de governo, objetivando a melhoria na qualidade de vida da população e contribuindo com o atendimento dos Objetivos do Desenvolvimento do Milênio: “reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável a água potável segura e ao esgotamento sanitário” e “reduzir a mortalidade na infância”, pois as crianças são as principais vítimas de doenças de veiculação hídrica nos locais onde há precariedade do saneamento.

A figura 1 representa as formas de abastecimento, que o estado do Rio Grande do Sul possui, onde há três formas de abastecimento que são: Sistema de Abastecimento de Água (SAA), Solução Alternativa Coletiva (SAC) e Solução Alternativa Individual (SAI).

Assim sendo, o SAA, é um sistema de fornecimento de água coletivo, no qual há uma empresa responsável para o fornecimento de água para uma determinada população, já o SAC, é uma forma alternativa coletiva, ou seja, uma pessoa abastece toda uma vila. E o SAI, consiste em uma maneira de ter água individualmente, um exemplo para isso são os poços artesianos.

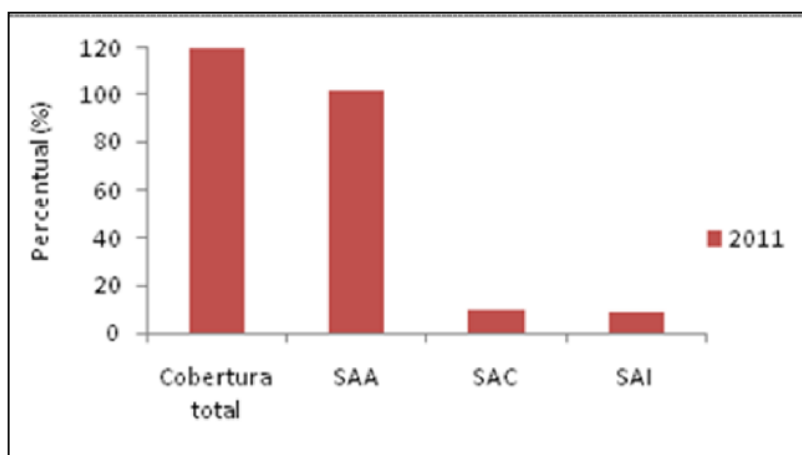


Figura 1: Percentual de cobertura de abastecimento de água, por forma de abastecimento, Rio Grande do Sul, 2010 e 2011 (Siságua, fevereiro/2012).

A partir dessa figura podemos ver grande parte da população do Rio Grande do Sul, é abastecida pelo SAA, o qual se trata de um Sistema de Abastecimento de Água, e uma pequena parte da população, menos de 20% utilizam Solução Alternativa Coletiva ou Solução Alternativa Individual.

Na figura 2, estão representadas as amostras de água coletadas no estado do Rio Grande do Sul, onde foram contraposta com os parâmetros da qualidade da água durante os anos de 2010 e 2011, esses parâmetros são: Turbidez, Cloro Residual Livre (CRL) e Coliformes Totais.

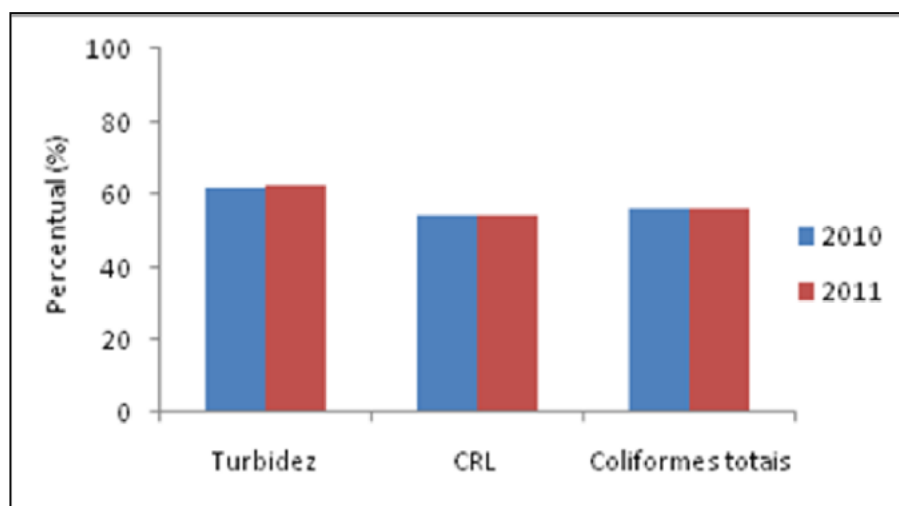


Figura 2: Percentual de amostras realizadas pela vigilância, conforme estabelecido pela Diretriz Nacional, RS, 2010 – 2011 (Siságua, julho/2012).

A figura 2 estabelece uma relação entre as análises da água dos anos de 2010 e 2011, onde podemos perceber que há um leve crescimento de em todos os parâmetros.

Na tabela 1, estão representados os percentuais dos parâmetros da qualidade da água de acordo com as formas de abastecimento do estado do Rio Grande do Sul, que foi mostrada na figura 1, no qual aborda as amostras coletadas em 2011.

Tabela 1: Percentuais de amostras realizadas em 2011, por forma de abastecimento, em conformidade com o padrão de potabilidade, no estado do RS.

Parâmetros	Percentual de Amostras realizadas em Conformidade com a Portaria		
	SAA	SAC	SAI
Turbidez	98,58	94,95	79,76
Cloro Residual Livre	86,05	37,47	3,94
Coliformes totais	84,08	46,56	19,98

(Fonte: Siságua, julho/2012)

Com esta tabela podemos analisar a qualidade da água de acordo com as formas de abastecimento, conseguimos então perceber que há uma presença maior de Coliformes Totais, Turbidez e Cloro Residual Livre no fornecimento do Sistema de Abastecimento de Água Coletivo (SAA) e um menor percentual no abastecimento por Solução Alternativa Individual (SAI).

Estas informações da qualidade da água para o Rio Grande do Sul é muito importante tanto para dar continuidade ao nosso trabalho, quanto para a saúde, pois a partir desses dados e com o auxílio do geoprocessamento podemos ver onde há o maior de nível de contaminação da água e assim podemos evitar o ocasionamento de alguns casos de doenças.

Alguns dos parâmetros estabelecidos para análise da água são: Turbidez, Escherichia Coli e Cor verdadeira, no qual todos eles têm sua importância. Sendo que a turbidez fica sem transparência e fica turva quando há a identificação de alguma presença de sólidos em suspensão na água, cor verdadeira possui características diferentes da cor aparente, pois não sofre intervenção de partículas suspensas na água, Escherichia Coli para o monitoramento da qualidade da água é muito importante, pois ela é a principal bactéria do grupo de coliformes termotolerantes, desta forma sua presença revela que houve contaminação fecal.

Segundo Fundação Oswaldo Cruz (2010):

O Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT) da Fiocruz, em parceria com a Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM) da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), do Ministério da Saúde (MS), desenvolveu a aplicação do Atlas Água Brasil, um sistema digital de visualização e análise de indicadores sobre a qualidade da água, saneamento e saúde. Esse Atlas colabora no entendimento da situação da água usada para consumo humano no país, estimulando o debate sobre a qualidade e cobertura dos serviços de saneamento básico e saúde.

Assim como o trabalho realizado pela Fiocruz, o nosso trabalho visa desenvolver mapas temáticos que cruzem algumas informações como: as formas de abastecimento, a qualidade da água conforme os parâmetros estabelecidos e algumas doenças de veiculação hídrica, onde ao final desse projeto seria feito um websig, sendo acessível para qualquer pessoa e para que os responsáveis da saúde tenham acesso a essas informações e deste modo possam desenvolver ações para solucionar os problemas da população.

## **5. METODOLOGIA**

Os procedimentos necessários para desenvolvimento desta pesquisa estão discriminados abaixo:

### **I. Reunião com a Secretaria Municipal da Saúde**

Houve uma conversa inicial com a representante da Secretaria Municipal da Saúde, momento em que ocorreu a apresentação das pesquisadoras ao sistema utilizado pela prefeitura referente aos dados da qualidade da água, o Siságua. Foi também tratada a definição do tema e o objetivo desta pesquisa, de acordo com a demanda da Secretaria. Ficou definido o assunto a ser trabalhado, o qual se trata das potencialidades do Geoprocessamento para análise da qualidade da água. Foi solicitado à representante que apresentasse um modelo da estrutura de dados do Sistema Siságua, a fim de que fosse verificada a forma de saída de dados oferecida pelo sistema. Neste momento, constatou-se que o mesmo permitia a geração do banco de dados necessária para atender a demanda da Secretaria. Desta forma, ficou acertado e tratado que as pesquisadoras executariam a tarefa proposta. Ainda nesta oportunidade foi exposta a necessidade de submeter o trabalho ao Núcleo de Estudo e Pesquisas em Enfermagem e Saúde (NEPES), pois as informações constantes no sistema Siságua são de caráter sigiloso.

### **II. Submissão do trabalho ao NEPES**

Como colocado no item anterior, este trabalho utilizou dados sigilosos, pois nele foram utilizados os parâmetros estabelecidos pelo sistema Siságua que não podem ser abertos<sup>2</sup>. Por isso, para trabalhar com estas informações foi necessário comprometimento das pesquisadoras, documentado e analisado pela equipe do NEPES.

### **III. Coleta dos dados das redes hídricas**

Foi realizada a coleta dos dados referentes à contaminação por coliformes fecais, turbidez, cloro residual e fluoreto, para os anos de 2012 e 2013. Estas informações foram coletadas no sistema Siságua, com login e senha fornecidos pela equipe da VAS, após aprovação do projeto no NEPES. Ao dar início ao processo de coleta dos dados no Sistema,

---

<sup>2</sup> No momento da discussão do projeto com a servidora da Vigilância Ambiental em Saúde (VAS) foi colocado que a exposição pontual de locais com contaminação trata-se de um dado sigiloso, que não pode ser aberto para a população em geral, e pode ser acessado apenas pelo setor responsável pela análise do controle da qualidade da água.

verificou-se que todos os pontos de coleta tinham como parâmetros cartográficos o *datum* SAD69 e sistema de coordenadas geográficas. Assim, foi necessária a conversão destes pontos para o datum WGS84 e sistema de coordenadas UTM (uma vez que este é o padrão utilizado pela Prefeitura Municipal, e os dados cartográficos municipais também se encontram com esta configuração cartográfica).

Os dados foram então estruturados em uma planilha eletrônica, que continha o número da amostra, sua coordenada no sistema métrico e as informações referentes à qualidade da água para o respectivo ponto.

Na figura 3, é apresentado um exemplo da interface do banco de dados disponibilizado pelo Siságua.

The screenshot displays the Siságua web interface within a Google Chrome browser window. The address bar shows the URL: `portalweb04.saude.gov.br/sisagua/relatorio/rel_vig_saa_mensal.asp?co_saa=5737&ds_saa=CORSAN-%20RIC`. The page header includes the logo of the Ministério da Saúde (Secretaria de Vigilância em Saúde) and the Siságua logo, which is labeled 'Sistema de Informação de Vigilância de Água para Consumo Humano'. The main content area is titled 'Vigilância - Monitoramento do Sistema de Abastecimento de Água - SAA - Mensal' and includes the 'Data de Cadastro no SISAGUA: 10/01/2013' and 'Data do preenchimento: 14/01/2013'. The form is divided into three parts:   
1. **PARTE I - Sistema de Abastecimento de Água**: This section contains fields for 'UF:' (filled with 'RS'), 'Município Abastecido:' (filled with 'RIO GRANDE'), 'Cód. Município:' (filled with '431560'), 'Nome da SAA:' (filled with 'CORSAN- RIO GRANDE/ETA RIO GRANDE'), and 'Mês/Ano:' (filled with '1/2013').   
2. **[+] PARTE II - Informações de Campo sobre Amostra de Água (Secretaria Municipal de Saúde)**: This section includes fields for 'Data da Coleta de Água:' (filled with '03/01/2013'), 'Ponto de Coleta:' (filled with 'TORNEIRA DA DIRETA'), 'Endereço:' (empty), 'Coordenadas geográficas do ponto de coleta de água:' (with sub-fields for 'Longitude (em decimais):' and 'Latitude (em decimais):' both empty), 'Número da Amostra de Água:' (filled with '01'), 'Cloro Residual Livre(mg/L):' (filled with '3,2' and checkboxes for 'Não realizada' and 'Sem informação'), 'Outras formas de Desinfecção:' (with checkboxes for 'Ozônio', 'Ultravioleta', and 'Outros, Especificar:'), 'Responsável pela Coleta:' (filled with 'GISANE'), and 'Turbidez(UT):' (filled with '1,4' and a checkbox for 'Sem informação').   
3. **[+] PARTE III - Informações a serem prestadas pelo Laboratório - Frequência Mensal**: This section includes fields for 'Fluoreto(mg/L):' (with a checked checkbox for 'Sem informação') and 'Coliforme Total:' (empty).

Figura 3: Banco de dados do sistema Siságua.



#### **IV. Coleta de material cartográfico**

Para dar início à geração do Sistema de Informações Geográficas, foram coletados alguns os cartográficos expostos na tabela abaixo:

Dado	Fonte	Descrição
Setores do Censo 2000	Adaptado do IBGE pelo Programa Geosaúde	Dado vetorial com divisão dos setores censitários e respectivas informações do Censo realizado no ano de 2000.
Setores do Censo 2010	Adaptado do IBGE pelo Programa Geosaúde	Dado vetorial com divisão dos setores censitários e respectivas informações do Censo realizado no ano de 2010.
Localidades	Adaptado da equipe de Vigilância Ambiental em Saúde pelo Programa Geosaúde	Divisão intra-municipal realizada pela equipe que monitora as armadilhas para o mosquito da Dengue no município do Rio Grande-RS
Logradouros	Adaptado da Secretaria de Coordenação e Planejamento pelo Programa Geosaúde	Arquivo vetorial com desenho do eixo de logradouros (com respectiva nomenclatura) do município do Rio Grande - RS.

Os arquivos utilizados estavam padronizados na seguinte configuração cartográfica: datum WGS84 e o sistema de coordenadas UTM zona 22S.

#### **V. Escolha de um software para mapeamento dos dados coletados**

Foi selecionado para a realização deste projeto o software ArcGis®, pois é o programa que as pesquisadoras têm mais prática, e por este possuir as ferramentas necessárias para desenvolvimento das etapas do trabalho. Além disto, o software ArcGis caracteriza-se por uma

interface acessível e pela qualidade estética da saída de dados (principalmente na geração de mapas temáticos, um dos objetivos deste projeto).

## **VI. Geração do banco de dados**

Após a seleção do *software* SIG e da coleta dos dados cartográficos, foi dado início à geração do banco de dados. Nesta etapa os pontos tabulados na etapa III foram estruturados na forma de um arquivo de extensão shapefile (arquivo vetorial de extensão própria do *software* ArcGis). Nesta oportunidade, também foram verificadas inconsistências nos dados gerados.

## **VII. Confeção de produtos cartográficos**

Após a conclusão do banco de dados, foram elaborados produtos cartográficos, com as informações constantes no SIG (as informações nele contidas foram descritas em etapa anterior e estão expostos na Tabela da etapa IV). Para a espacialização de elementos com valores numéricos (como turbidez e fluoreto) a técnica utilizada para confeção do produto foi a interpolação, pois esta permite que sejam mapeadas áreas de forma contínua.

## **VIII. Apresentação dos resultados obtidos à equipe de vigilância ambiental em saúde e capacitação em software de geoprocessamento**

Os dados provisórios advindos deste trabalho foram apresentados à representantes da Secretaria Municipal da Saúde, no mês de dezembro<sup>3</sup>. Nesta oportunidade, foram entregues os dados abertos, referentes à localização das Estações de Tratamento de Água (ETA's) e reservatórios de água. O material trabalhado nesta capacitação está disponibilizado no Apêndice 01 deste trabalho.

---

<sup>3</sup> Esta apresentação se deu em uma capacitação do Programa Geosaúde, com servidores das Secretarias da Saúde, Secretaria de Turismo e Secretaria Municipal de Coordenação e Planejamento. Inicialmente a ideia era trabalhar com estes servidores em um software SIG livre, porém por solicitação da Secretaria Municipal da Saúde a capacitação foi realizada no software Google Earth.

## 6. RESULTADOS OBTIDOS<sup>4</sup>

Durante as etapas discriminadas no capítulo de Metodologia, foram percebidas algumas inconsistências nos dados do Sistema Siságua, que podem interferir de sobremaneira na qualidade dos produtos aqui gerados e no trabalho executado pela equipe de Vigilância Ambiental em Saúde. Neste sentido, foram registradas considerações importantes:

- Alguns pontos de coleta não possuíam os campos de Longitude e Latitude completados no banco de dados, impossibilitando assim a espacialização destes. Para estes casos, os pontos não foram espacializados, tendo em vista que não havia nenhuma outra referência espacial para os pontos. Cabe aqui destacar que a ausência destes pode, de alguma forma, interferir nas análises aqui realizadas.
- Alguns pontos de coleta não possuíam campos referentes à análise da água preenchidos (turbidez, fluoreto, coliformes), impossibilitando assim a espacialização destes parâmetros nos campos em que houve ausência destes. Novamente aqui se destaca a impossibilidade de mapear estes elementos, e que, uma vez ignorados, podem de alguma forma interferir em análises pontuais aqui realizadas.
- As coordenadas dos pontos de coleta das amostras não estão configurados de acordo com o padrão cartográfico brasileiro em vigor (datum Sirgas 2000), o que pode acarretar em problemas de localização (caso o servidor da VAS não tenha formação ou instrução para manusear dados cartográficos). Neste trabalho, a conversão das coordenadas deu-se de forma manual, e apesar de todo o cuidado e cautela no manuseio e transformação dos dados (além da posterior conferência do ponto), o erro humano sempre está associado ao processo. Cabe então aqui registrar a sugestão de padronização dos dados de acordo com as normas cartográficas nacionais.

Com as informações constantes no SIG, foram desenvolvidos alguns produtos cartográficos representados através de mapas temáticos. Para exemplificação de algumas funcionalidades do SIG gerado, neste capítulo também serão apresentadas possibilidades de consultas e seleção por atributos.

---

<sup>4</sup> Os resultados aqui apresentados refletem uma análise superficial e espacial dos dados tabulados e organizados nesse trabalho, tendo em vista que as pesquisadoras são formandas do curso de geoprocessamento, não tendo formação na área de análise química. Portanto, sugere-se que os produtos aqui gerados sejam analisados por especialistas com formação nesta área.

A figura 4 apresenta um mapa temático com a espacialização dos reservatórios de água do município de Rio Grande.

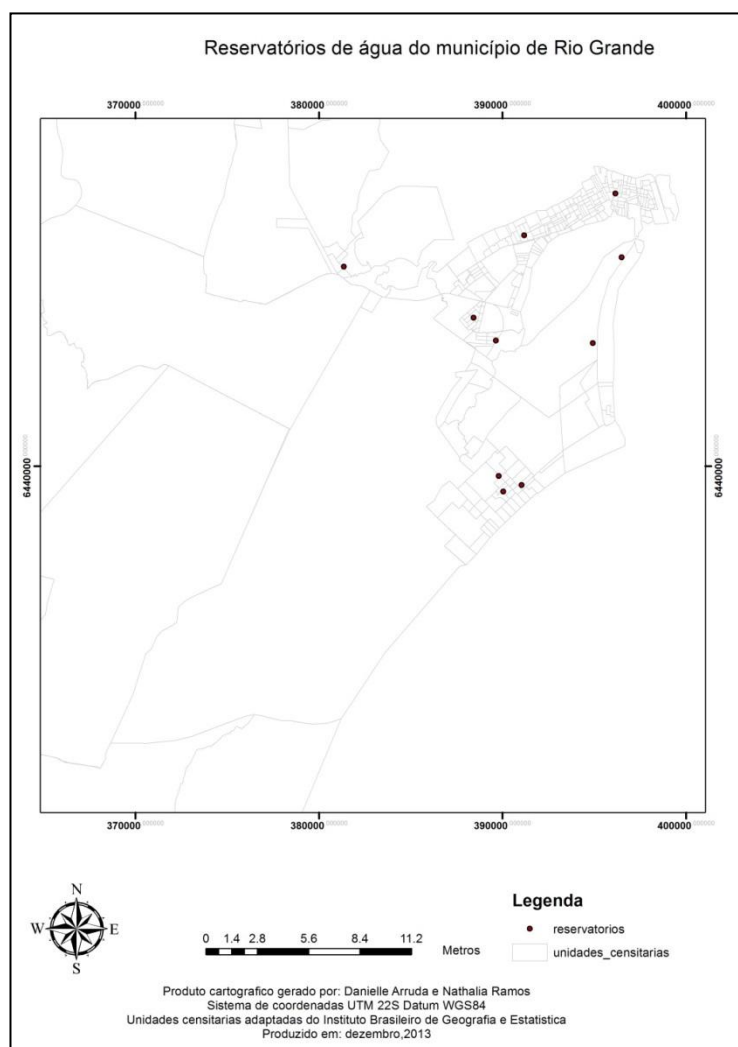


Figura 4: Mapa da distribuição dos reservatórios de água no município de Rio Grande.

A figura 5 apresenta as Estações de Tratamento de Água (ETA's) do município.

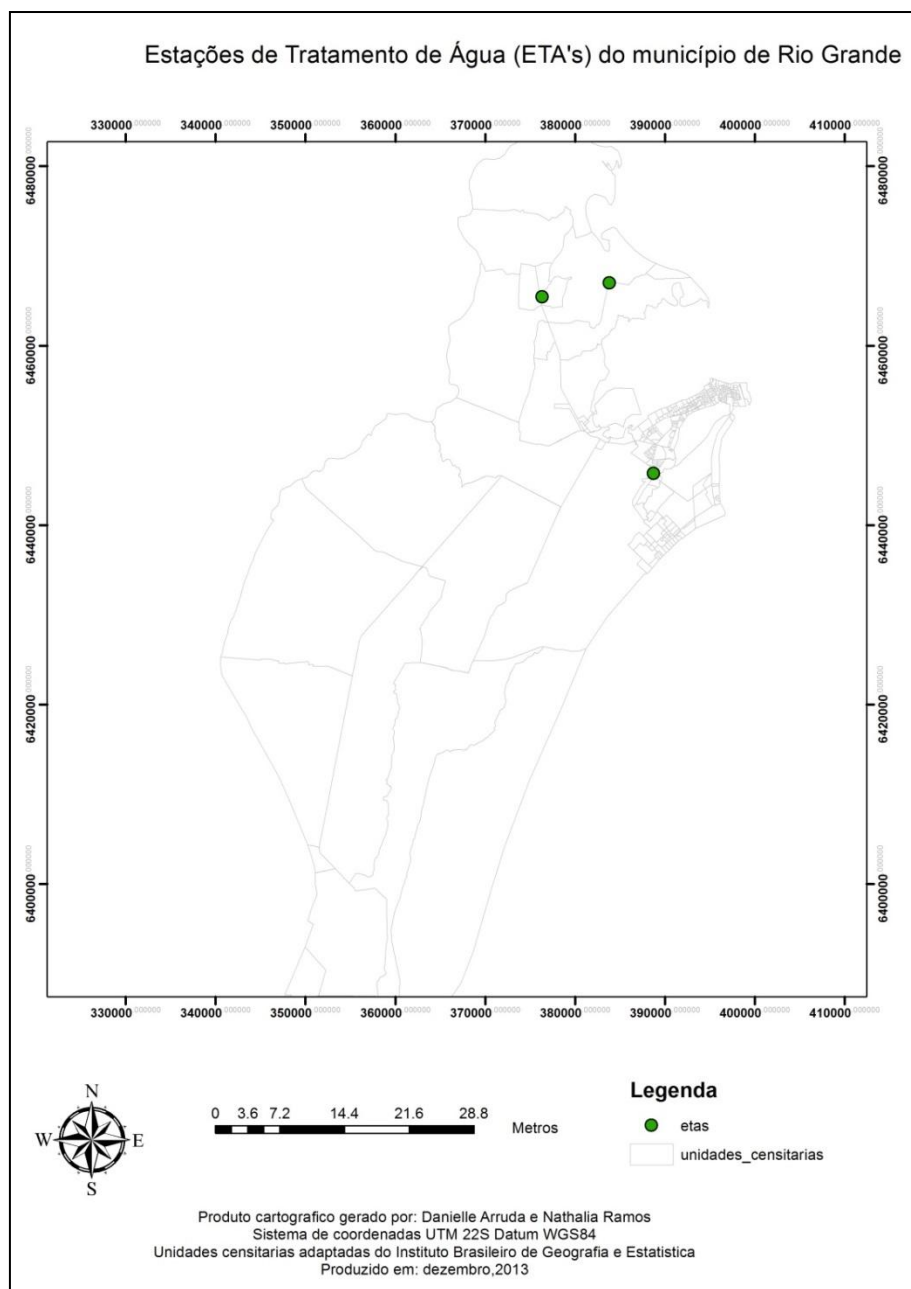


Figura 5: Mapa das Estações de Tratamento de Água (ETA's) do Município de Rio Grande.

Através da interpretação deste produto cartográfico é possível perceber que existem apenas 3 ETA's para todo o município, sendo duas delas lotadas na área rural e uma na área urbana. Esta espacialização é importante para o SIG, uma vez que permite que informações sejam acrescidas ao seu banco de dados, permitindo assim a geração de mais consultas no Sistema. Por exemplo: podem ser acrescidos a estes pontos a capacidade de tratamento de água de cada um, bem como as localidades que cada um abastece. Ainda observando este

produto, é possível extrair que existem áreas sem ETA's, como o Taim; o que pode indicar que este local não possui sistema de abastecimento de água tratada.

Os pontos de coleta para controle da qualidade da água é apresentado na figura 6.

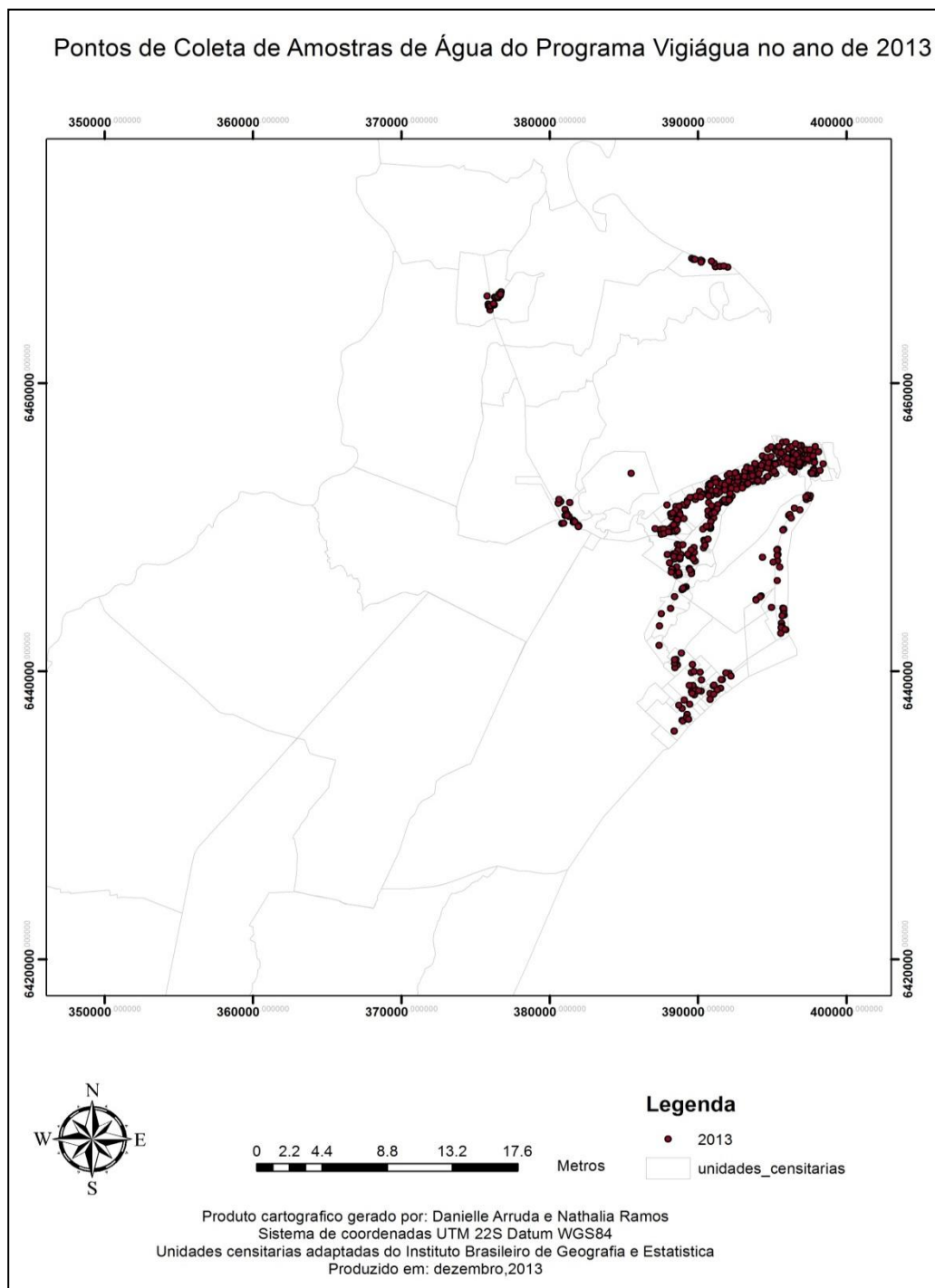


Figura 6: Pontos de Coleta das Amostras de Água do Programa Vigiágua no ano de 2013.

Através do produto gerado, pode-se perceber que os pontos de análise do monitoramento de água de 2013 tem uma concentração maior nas proximidades dos bairros centrais do município (na área urbanizada). Tal resultado pode se dar devido a uma maior concentração da rede de abastecimento de água nesta zona, porém somente um especialista da Prefeitura Municipal ou servidor da empresa prestadora do serviço pode afirmar esta hipótese.

A figura 07 apresenta os pontos de coleta de análise do monitoramento de água no ano de 2012.

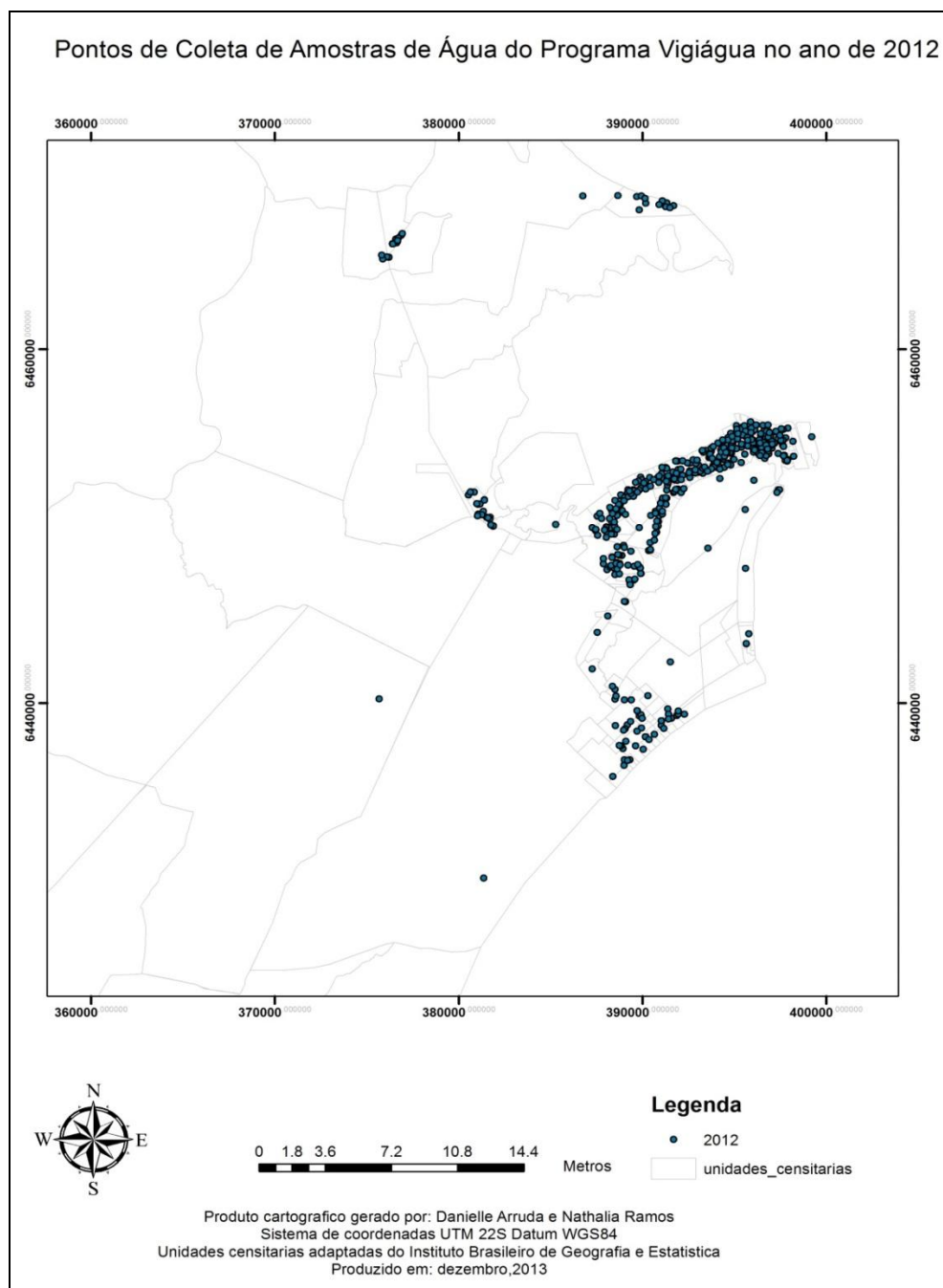


Figura 7: Pontos de Coleta de Amostras de Água feitas em 2012 do Município de Rio Grande.

Analisando a figura 07 observa-se que se mantém, assim como apontado na análise da figura 06, uma maior concentração de pontos no entorno dos bairros centrais. Pode-se verificar que no ano de 2013 não foram realizadas análises em dois dos setores rurais do município, que foram contemplado no ano de 2012 (apontados na figura 08):

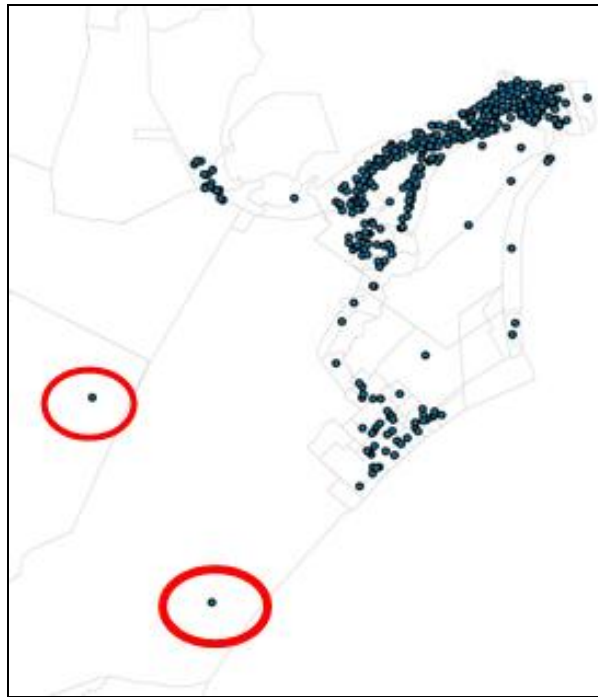


Figura 08: Exemplo das amostras realizadas em 2012 em setores não realizadas em 2013

O SIG permite a geração de produtos cartográficos com as informações constantes no banco de dados. Como o Sistema foi alimentado com os responsáveis pela coleta de cada ponto, possibilitando assim a geração de um produto cartográfico identificando os responsáveis por cada coleta no ano de 2012. Esta representação pode ser visualizada na figura 09:



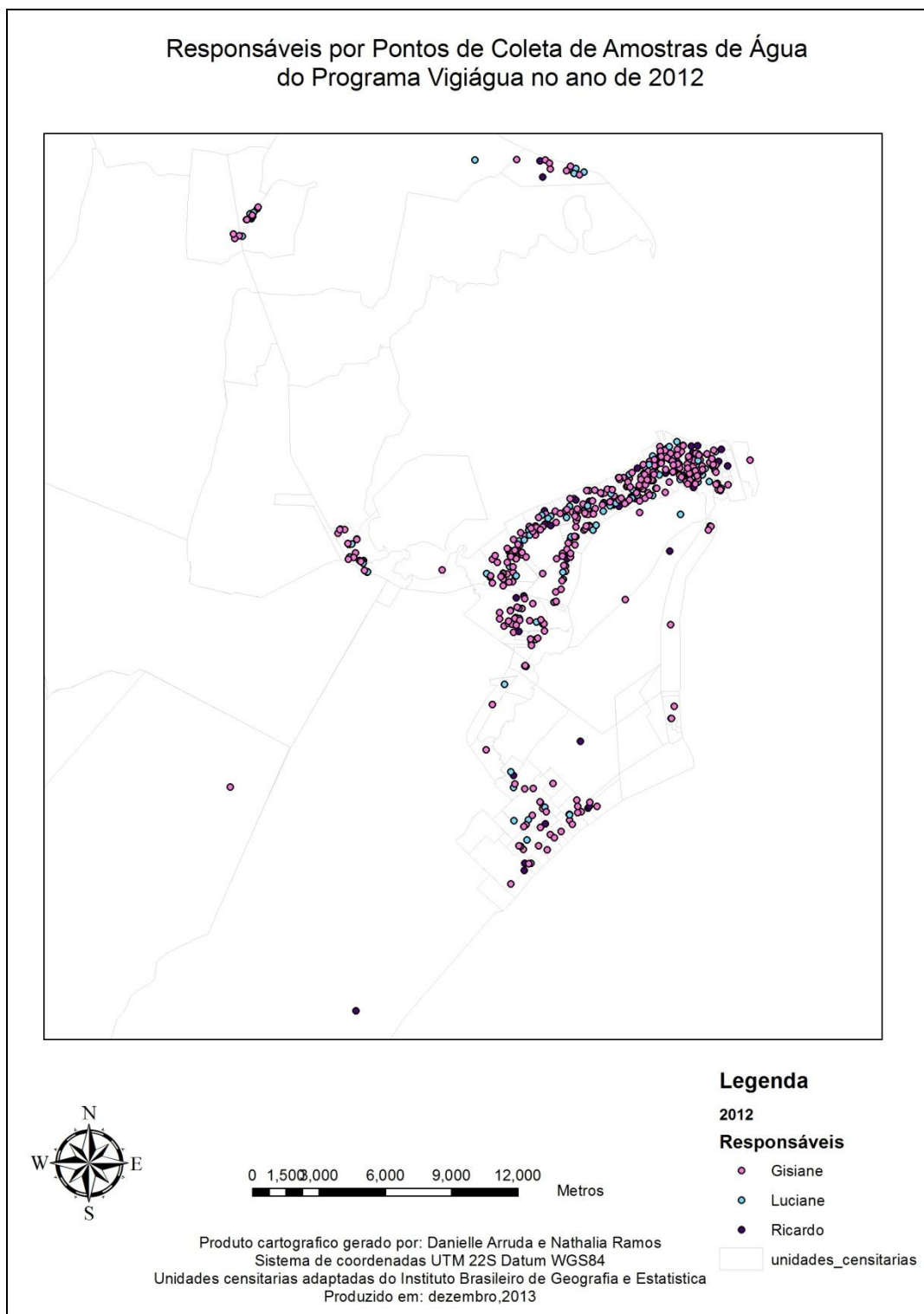


Figura 09: Responsáveis pelos Pontos de Coleta do Ano de 2012.

Através da análise da figura 09 é possível visualizar a distribuição espacial de cada responsável pela coleta de amostra de água. A Vigilância Ambiental em Saúde (VAS), tendo

este produto em mãos, pode traçar uma rota de forma homogênea para cada servidor, a fim de que o percurso a ser recorrido por cada um seja minimizado.

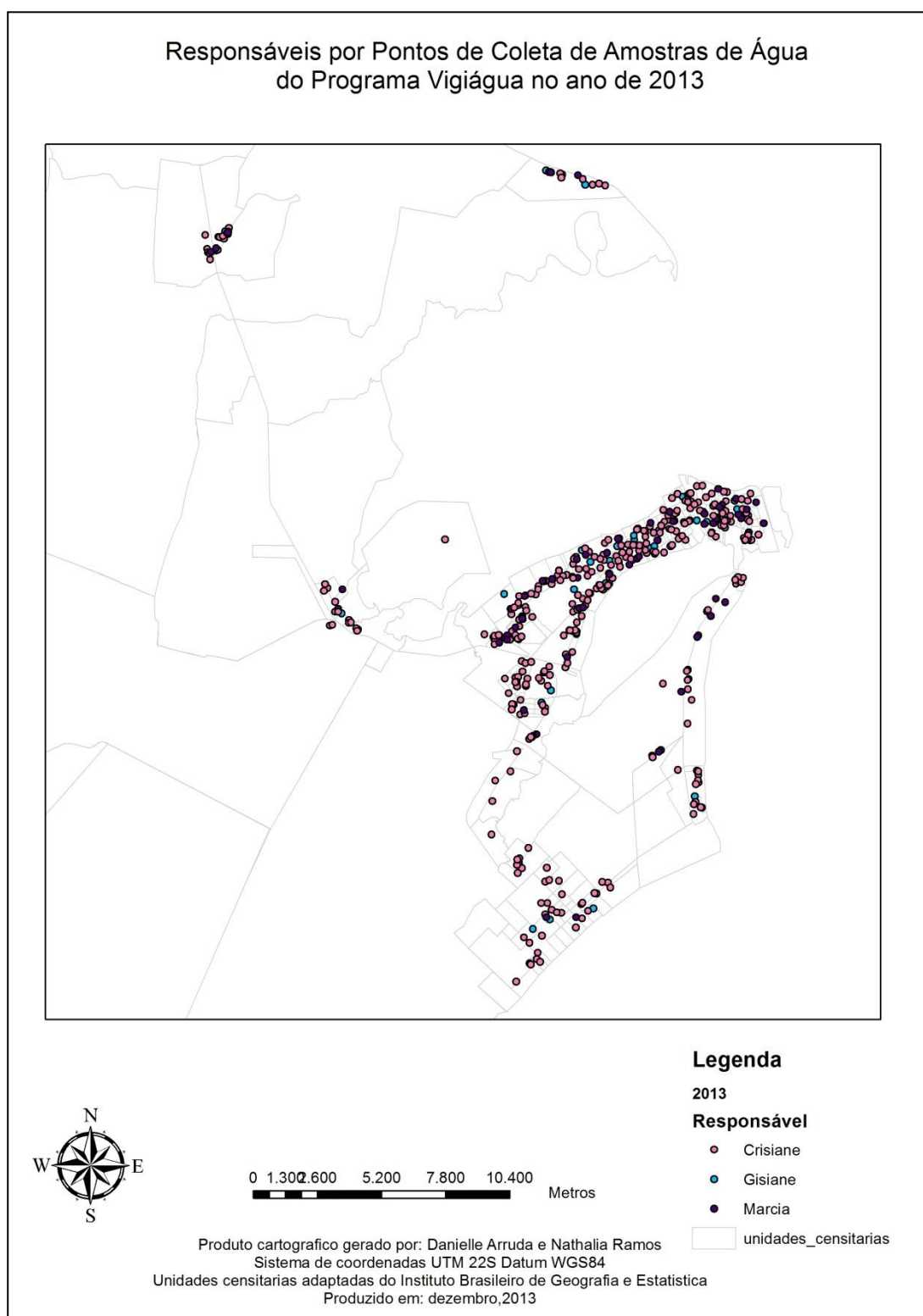


Figura 10: Responsáveis pelos Pontos de Coleta do Ano de 2013.

Os outros produtos cartográficos foram realizados a partir de interpolação dos dados dos parâmetros utilizados pelo Vigiágua no monitoramento da qualidade da água consumida no município. Esses parâmetros são: cloro residual, fluoreto e turbidez. Para cada um dos elementos analisados, estudou-se o melhor método de interpolação, de forma que este representasse de fato as informações constantes no banco de dados.

A figura 11 apresenta uma krigagem realizada a partir dos valores de cloro residual das amostras coletadas durante o ano de 2012. A técnica de krigagem utilizada foi a Ordinária, o qual se aproximou da realidade.

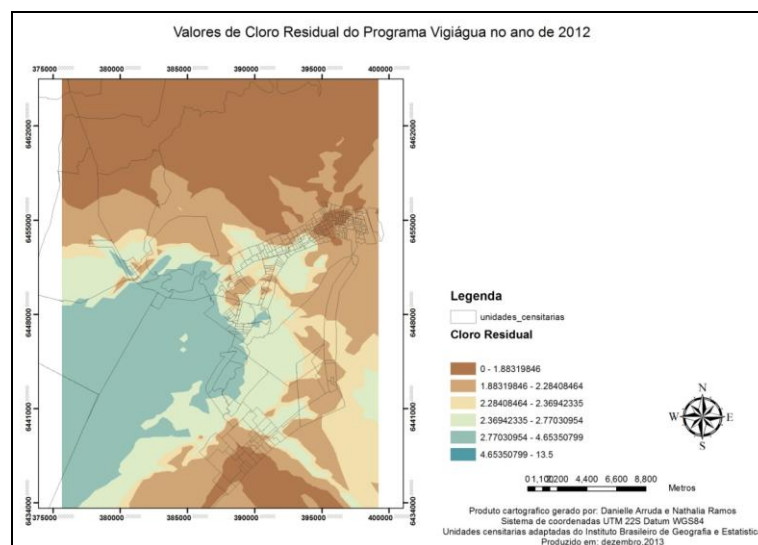


Figura 11: Krigagem realizada nos valores de Cloro Residual do ano de 2012.

A partir da leitura deste produto, observa-se uma maior concentração do cloro residual no entorno do bairro central do município. As menores quantidades de cloro residual são registradas à medida que o cidadão distancia-se do bairro centro, e se direciona para localidades como Vila Maria, Parque São Pedro, Parque Marinha e Senandes.

A figura 12 apresenta a krigagem realizada nos valores de cloro residual do ano de 2013. Apesar de não refletir a realidade em todos os pontos do produto gerado, a técnica que mais se adequou foi a Krigagem do tipo Ordinária.

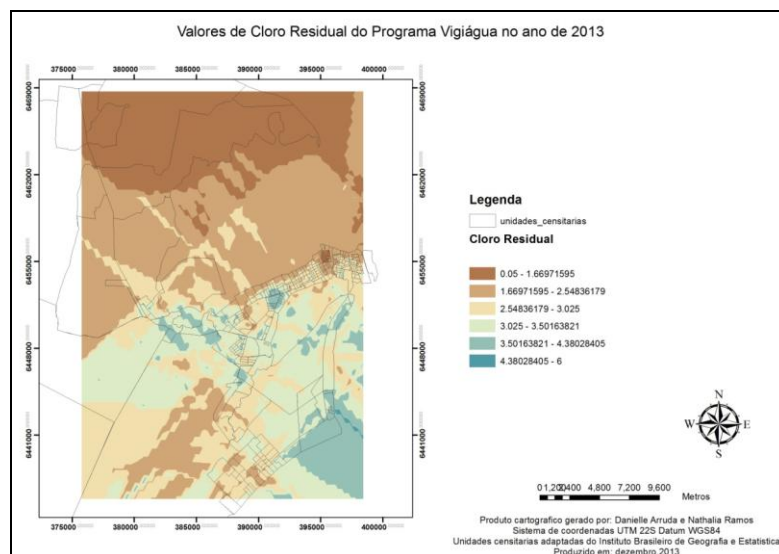


Figura 12: Krigagem realizada nos valores de Cloro residual do ano de 2013.

Interpretando o produto gerado, e em comparação com a Figura 11, percebe-se que no ano de 2013 há uma concentração menor de cloro residual no município, diminuição esta especialmente registrada nas localidades como Centro, Cassino, Parque Marinha, Parque São Pedro e Barra.

Sabe-se que a técnica de interpolação não pode ser aplicada para todas as situações. Especialmente em casos quando temos poucos pontos ou quando pontos próximos possuem valores muito distantes, a técnica não é indicada. Esta situação ocorreu com os dados de floreto. Foram tentados vários métodos de interpolação para representação de seus valores, porém (como apontam as figuras 13 e 14) nenhum deles refletiu a realidade.

A figura 13 mostra a krigagem dos valores de fluoreto no ano de 2012. Provavelmente o fato de pontos muito próximos apresentarem valores muito diferentes tenha impedido o uso da técnica de interpolação.

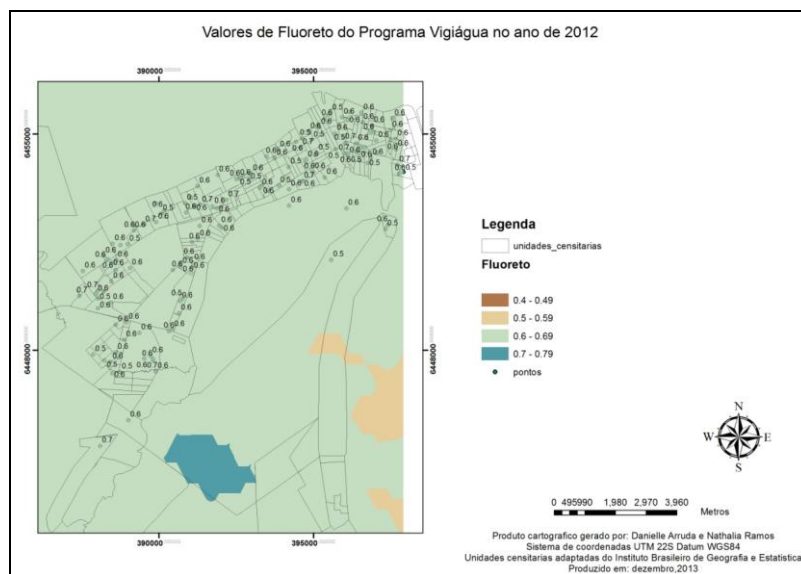


Figura 13: Krigagem realizada nos valores de fluoreto para o ano de 2012.

Para os dados de Fluoreto no ano de 2013, a técnica de interpolação também não se adaptou. A figura 14 apresenta o resultado obtido. Apesar de alguns pontos refletirem a realidade, como por exemplo na pequena parte azul do produto, os outros não foram reconhecidos pela técnica. A técnica utilizada para a geração desse produto foi a Krigagem Universal.

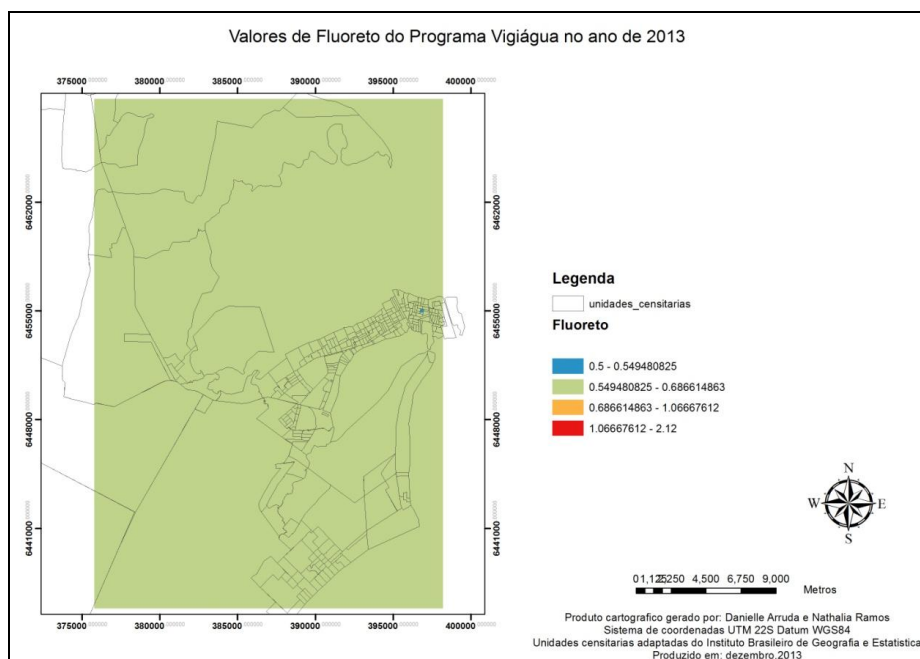


Figura 14: Krigagem realizada nos valores de fluoreto no ano de 2013.

Também foi aplicado a técnica do Inverso do Quadrado da Distância (IDW) e krigagem ordinária para os valores de turbidez nos anos de 2012 e 2013, respectivamente.

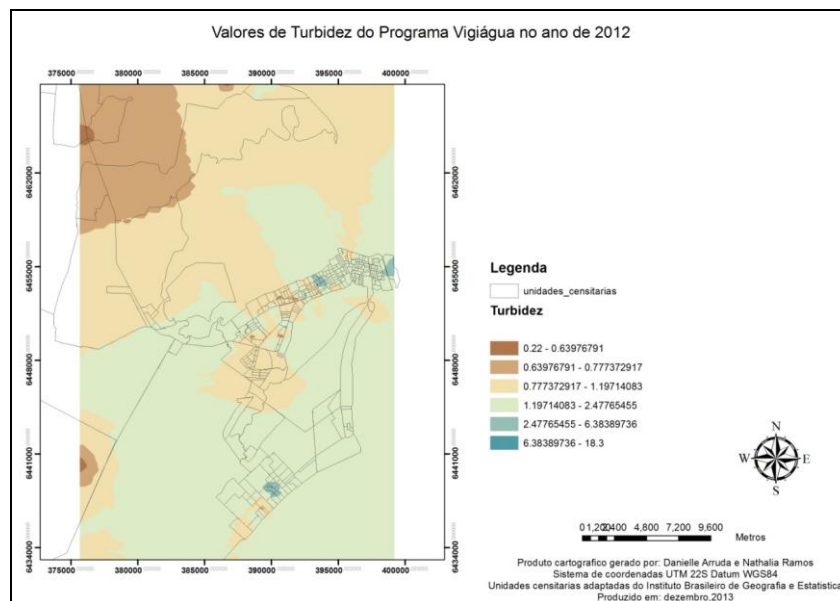


Figura 15: Krigagem realizada nos valores de turbidez no de 2012.

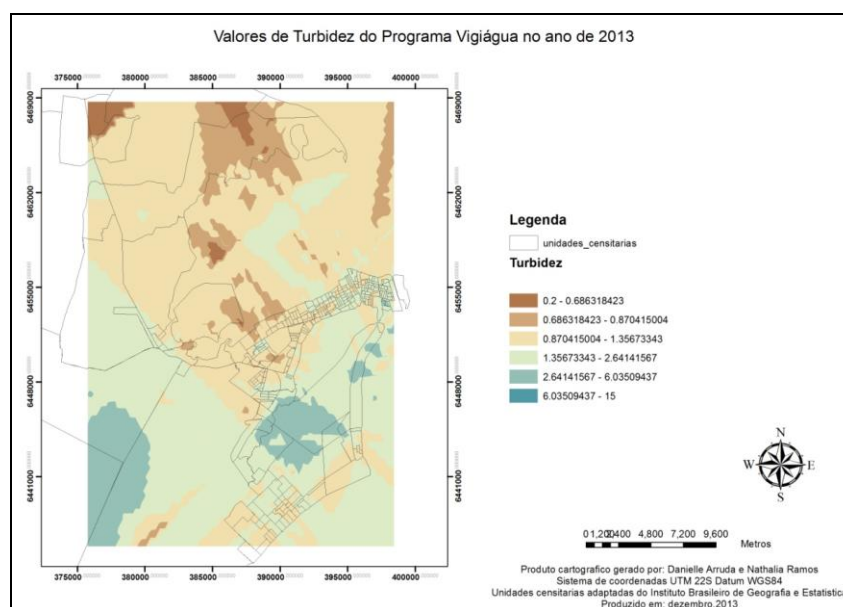


Figura 16: Krigagem realizada a partir dos valores de turbidez do ano de 2013.

Obteve-se resultados mais precisos nesses produtos, isso porque as técnicas aplicadas adequaram-se aos valores contidos. Os dois apresentaram resultados diferenciados, como por exemplo, em 2013, a área próxima ao ETA Rio Grande – entre Cassino e Parque São Pedro – está com valores de 6 à 15, representado pela cor azul escuro. Esse mesmo local em 2012 tem valores como de 0,7 à 1,1 e 1,1 à 2,4 – representados pelas cores bege e verde, respectivamente.

Além dos mapas gerados a partir dos dados do Vigiágua como: os pontos das amostras de águas de 2012 e 2013, também foram realizados mapas contendo as informações do censo de 2010 com a sobreposição das amostras de coleta dos anos de 2012 e 2013. Para que possamos traçar um comparativo entre esses dados. Assim, como mostra a figura 17, que ilustra os pontos de coleta do ano de 2012 por setor censitário, que possui algumas divisões como: área urbanizada, aglomerado rural isolado e zona rural.

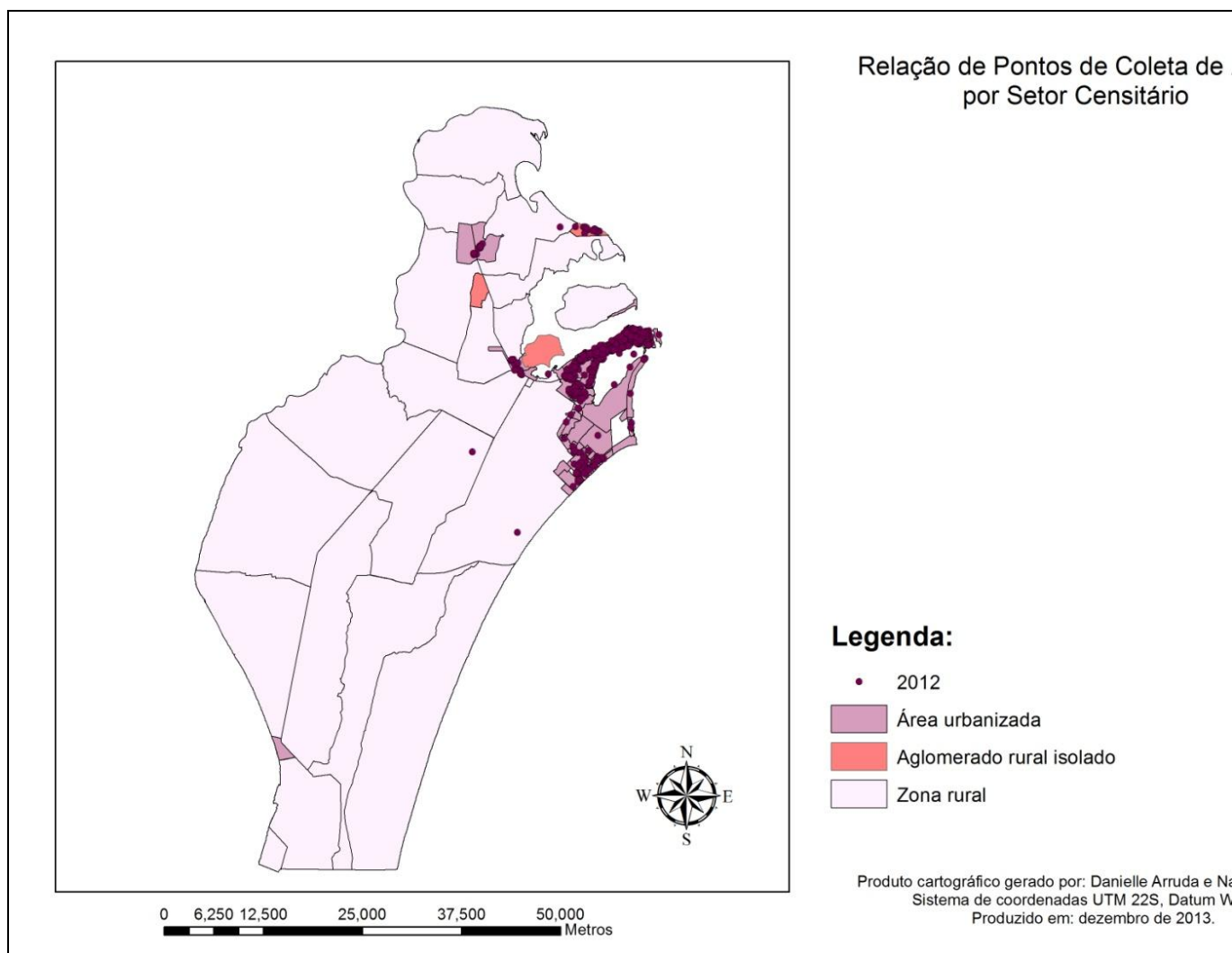


Figura 17: Pontos de Amostras de Coletas do ano de 2012 por Setor Censitário.

A partir da leitura do produto gerado, observa-se que a concentração dos pontos de coleta de 2012 está mais localizada na área urbanizada de Rio Grande, contendo poucos pontos no aglomerado rural isolado e na zona rural. Talvez este resultado aponte a necessidade de uma maior quantidade de pontos de coleta na área rural.



A figura a seguir mostra os pontos de amostras de coleta de 2013 por cada setor censitário. E assim como na figura 17, a figura 18 também possui a maior parte dos pontos de coleta na área urbanizada e alguns pontos de coleta nos aglomerados rural isolados. Porém não possui nenhum ponto na zona rural do município.

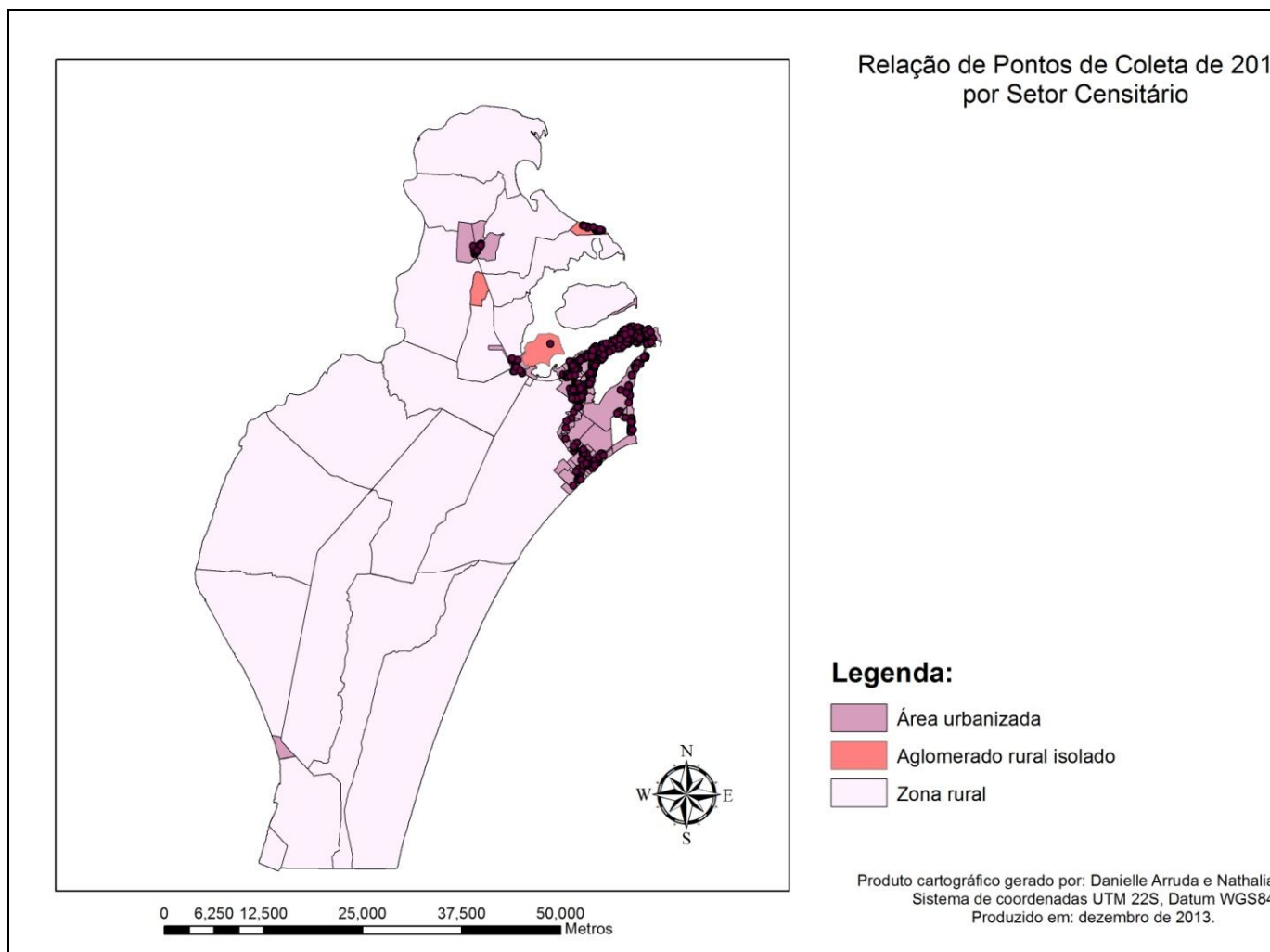


Figura 18: Pontos de Coleta de 2013 por Setor Censitário.

A figura 18 traz resultados bem semelhantes à figura 17, e ambas apontam que a qualidade da água na área rural não tem um controle tão adensado quanto na área urbana. Como este resultado se repetiu por dois anos consecutivos, talvez o acesso ao controle de qualidade da água no ambiente rural (que geralmente se dá por fonte própria, como poços artesianos) não seja tão fácil quanto na área urbana.

Ao longo deste trabalho foram obtidos outros resultados como: algumas consultas a partir dos dados gerados no ambiente SIG. Conforme ilustra a figura 19, que apresenta uma consulta realizada nos pontos de coleta do ano de 2012, a qual mostra quais são as amostras



de 2012 que possuem a presença de coliformes fecais, que estão representados pelos pontos azuis na imagem.

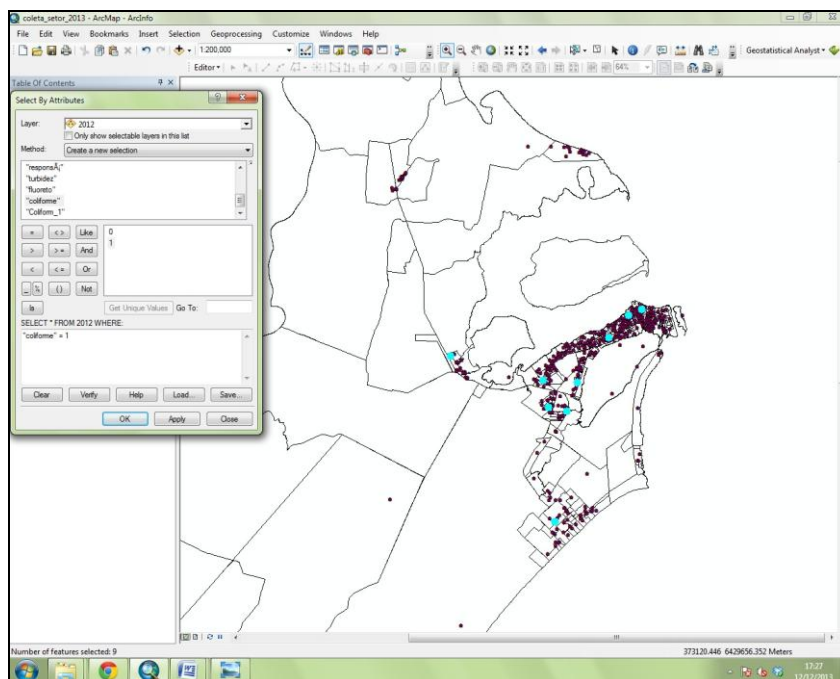


Figura 19: Consulta de coliforme fecais nas amostras de 2012.

Interpretando o produto gerado, percebe-se que não existe uma relação espacial entre a existência de coliformes fecais, pois estes estão distribuídos homogeneamente ao longo do município, tanto na área urbana quanto na rural, e tanto no bairro centro quanto nas localidades mais afastadas.

Já a figura 20 apresenta uma consulta realizada nos pontos de coletas de 2013, a qual ilustra com os pontos azuis quais são as amostras de 2013 que possuem coliformes fecais. E em comparação com a figura 19 podemos ver que a qualidade da água melhorou, pois as amostras de 2013 apresentam apenas quatro coletas que possuem coliformes fecais.

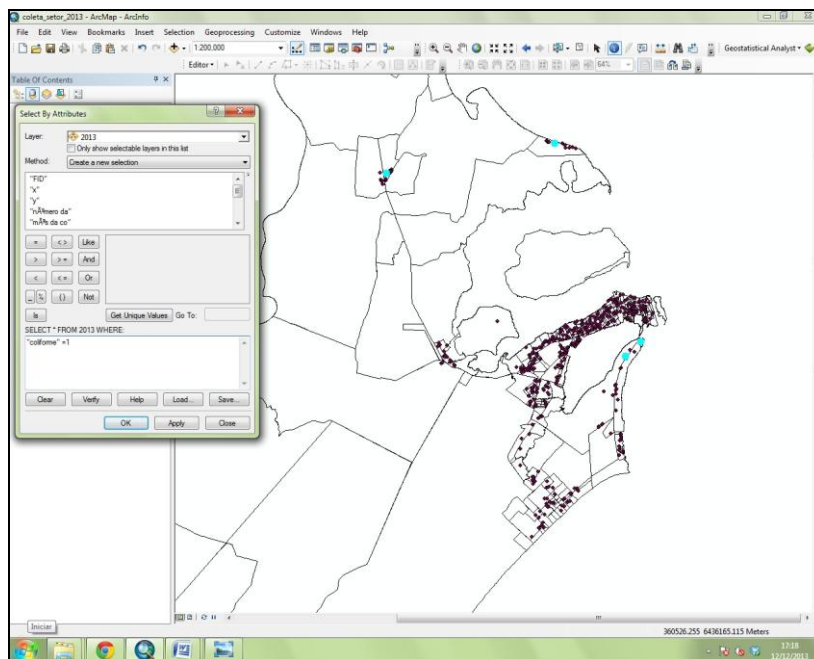


Figura 20: Consulta realizada nas amostras do ano de 2013 para verificação da presença de coliformes fecais.

A figura 21 apresenta a consulta realizada nas amostras de 2013 que permite ver quais são os pontos coletados durante o mês de março. A partir dessa imagem podemos perceber que os pontos estão concentrados na área urbana de Rio Grande. A mesma consulta pode ser realizada para qualquer mês entre os anos de 2012 e 2013 (à exceção dos meses de novembro e dezembro de 2013, que ainda não constavam no Sistema na finalização deste trabalho).

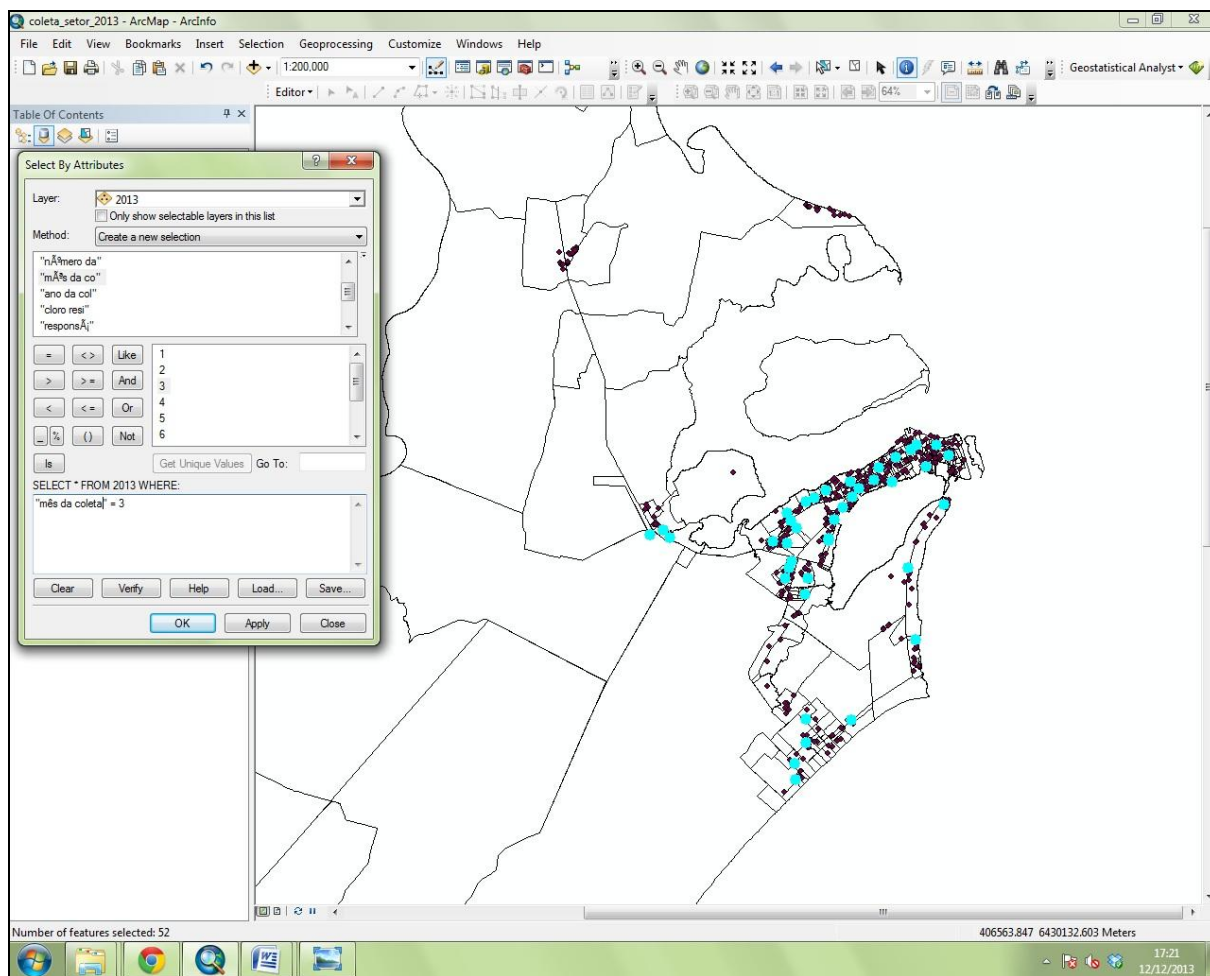


Figura 21: Consulta realizada nas amostras de 2013, que permitiu ver quais foram as coletas realizadas no mês de março.

A figura 22 apresenta uma consulta que foi realizada para poder visualizar qual é a amostra 07PV12, que é a amostra que apresenta um ponto com a cor azul. Esta consulta pode ser realizada para localização de qualquer ponto constante no Sistema.

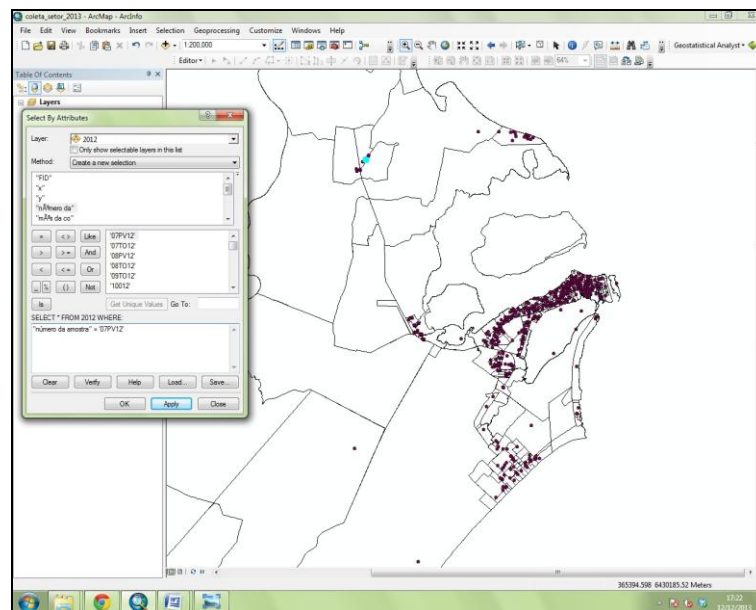


Figura 22: Apresenta uma consulta realizada nas amostras de 2012, para visualizar qual é amostra que possui o número 07PV12.

A figura 23 apresenta uma consulta realizada nas amostras de 2013, para poder verificar quais foram as amostras de 2013 que a responsável foi a Márcia. Sendo que essas amostras estão representadas pelos pontos azuis presente na imagem a baixo.

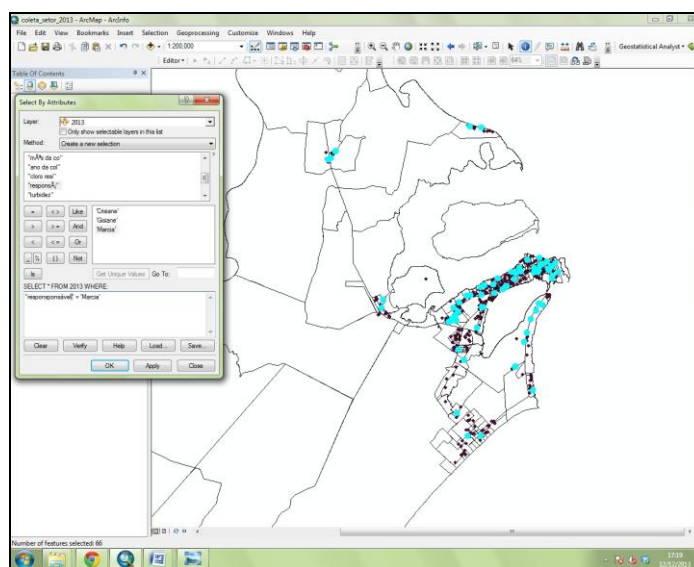


Figura 23: Consulta realizada nas amostras de 2013, para poder verificar quais foram os pontos das amostras que a responsável pela coleta foi a Márcia.

Além dos mapas temáticos e consultas também foi realizada uma capacitação para os servidores municipais no software Google Earth, que surgiu a partir de uma necessidade das

secretarias e nessa capacitação foi utilizado os materiais gerados. Nessa capacitação eles não só puderam aprender a trabalhar com os dados num software de geoprocessamento, mas também verificaram a importância e facilidade que um programa desses fornece para seus trabalhos.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após a conclusão deste trabalho, espera-se difundir as potencialidades e aplicações do geoprocessamento não somente na área de monitoramento da qualidade da água, mas também em outras aplicações na área da saúde; inserindo as técnicas e ferramentas do geoprocessamento na rotina dos profissionais que trabalham com o monitoramento da qualidade da água no município do Rio Grande.

E com isso, espera-se que os servidores da saúde e do monitoramento da qualidade da água, possam dar continuidade a este trabalho, podendo atualizar os dados aqui presentes e também adicionar mais camadas de informações ao SIG. Para que possam ser cruzadas mais informações referentes ao controle da qualidade da água, fazendo com que esses profissionais possam estabelecer uma relação entre a contaminação da água e o surgimento de algumas doenças como: hepatite A e doenças diarreicas, entre outras doenças ocasionadas pela presença de coliformes fecais.

Espera-se ainda o compartilhamento destas informações com outros setores ou Secretarias Municipais, a fim de contribuir para uma melhor gestão municipal ou ações na saúde, para que órgãos responsáveis pela saúde utilizem essas informações para auxiliar no controle da qualidade da água, podendo ser evitado a contaminação da água no município e consequentemente prevenindo o surgimento de doenças causadas por veiculação hídrica.

## **8. APENDICE 01 - MATERIAL UTILIZADO NA CAPACITAÇÃO**

## 9. REFERÊNCIAS

- BARBOSA DANIEL, Mariely Helena; RODRIGUES CABRAL, Adriana. **A Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiágua) e os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM)**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <[http://www.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011\\_4/artigos/csc\\_v19n4\\_487-492.pdf](http://www.iesc.ufrj.br/cadernos/images/csc/2011_4/artigos/csc_v19n4_487-492.pdf)>. Acesso em: 11 de Abril de 2013.
- CASTAMAN, Nélío. **Limitações da cidade são desafios para o crescimento de Rio Grande**. 2012. Disponível em: <<http://wp.clicrbs.com.br/gauchadebates/2012/11/22/limitacoes-da-cidade-sao-desafios-para-o-crescimento-de-rio-grande/>>. Acesso em: 4 de Junho de 2013.
- CLEMENTE DO SANTOS, Éder. **Limitações da cidade são desafios para o crescimento de Rio Grande**. 2012. Disponível em: <<http://wp.clicrbs.com.br/gauchadebates/2012/11/22/limitacoes-da-cidade-sao-desafios-para-o-crescimento-de-rio-grande/>>. Acesso em: 4 de junho de 2013.
- COUTO LEMOS, Jureth; DO CARMO LIMA, Samuel. **A geografia médica e as doenças infecto-parasitárias**. Instituto de Geografia - UFU, 2002. Disponível em: <[http://oficinacientifica.com.br/downloads/Textos%20PDF/A\\_geografia\\_ambiental.pdf](http://oficinacientifica.com.br/downloads/Textos%20PDF/A_geografia_ambiental.pdf)>. Acesso em 2 de Maio de 2013.
- FIOCRUZ. **Sistema de avaliação da qualidade da água, saúde e saneamento**. 2013. Disponível em: <<http://www.aguabrasil.iciet.fiocruz.br/>>. Acesso em: 21 de Junho de 2013.
- G1. **Expansão do polo naval tira mão de obra do comércio de Rio Grande, RS**. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/04/expansao-do-polo-naval-gera-falta-de-mao-de-obra-no-comercio-no-sul-do-rs.html>>. Acesso em 3 de Junho de 2013.
- GRACIE, Renata. **Atlas reúne e analisa dados sobre qualidade da água, saneamento e saúde**. 2008. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/ccs/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=2157&sid=9>>. Acesso em: 11 de Abril de 2013.
- IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 2 de Maio de 2013.
- JORNAL AGORA. **Acesso à água potável é pauta das audiências públicas no Povo Novo e no Taim**. 2013. Disponível em: <<http://www.jornalagora.com.br/site/content/noticias/detalhe.php?e=3&n=41040>>. Acesso em 16 de maio de 2013.



MARTINS DE AGUIAR, Marluce; RAMOS DA SILVA, Sara. **Vii-002 - Vigiágua: a vigilância da qualidade da água para consumo humano no Espírito Santo**. 2002. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/cclvi.pdf>> Acesso em: 21 de Junho de 2013.

Ministério da Saúde. **Avaliação da Vigilância da Qualidade da Água no Estado do Rio Grande do Sul – Ano base 2011**. 2012. Disponível em: <<http://pisast.saude.gov.br:8080/pisast/saude-ambiental/vigiagua/relatorios-de-avaliacao-da-vigilancia-da-qualidade-da-agua-para-consumo-humano-no-brasil-por-unidade-da%20ederacao/sul/Rio%20Grande%20do%20Sul.pdf>>. Acesso em 21 de Junho de 2013.

Prefeitura Municipal do Rio Grande. **Atrativos turísticos**. Disponível em: <<http://www.riogrande.rs.gov.br/pagina/index.php/atrativos-turisticos/detalhes+403b,,praia-do-cassino.html>>. Acesso em 16 de maio de 2013.

TOSI FEIJÓ, Flavio; TRINDADE MADONO, Danielle. **Polo naval do Rio Grande: potencialidades, fragilidades e a questão da migração**. 2012. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/eventos/eeg/?p=trabalhos>>. Acesso em 3 de Junho de 2013.

SANTANA, Paulo; **Geografias da Saúde e do Desenvolvimento: evolução e tendências em Portugal**. Editora: Almedina. 1ª edição. Abril, 2005.