

Aplicação de Sistema de Monitoramento Ambiental utilizando métodos físicoquímicos associados a sensoriamento remoto nas microbacias urbanas do município de Itaqui

Paulo César Pazdiora^{1,2}

Alex Zanella^{1,3}

Cassiane Jraj de Melo Victoria Bariani^{1,4}

Miriane Finamore Valim^{1,5}

Roberto Dutra Felice^{1,6}

Nelson Mario Victoria Bariani^{1,7}

¹ Universidade Federal do Pampa – Unipampa – Campus Itaqui
Rua Joaquim de Sá Britto s/n - 97650-000 - Itaqui - RS, Brasil

² paulo.pazdiora@yahoo.com.br

³ ale.zanella@hotmail.com

⁴ cassiane.melo@gmail.com

⁵ miriane.valim@gmail.com

⁶ robertodutrafelice@gmail.com

⁷ nelsonbariani@unipampa.edu.br

Abstract. This work is an application of the integrated system for environmental monitoring called SIMA, implemented by the authors at Itaqui, RS, Brazil. The results of measurements performed in eighteen points inside the urban microbasin, referred to conductivity, pH, dissolved oxygen, redox potential (ORP), alkalinity and acidity, were analyzed with the help of a geoprocessing tool, the software Spring from INPE, and through processing in electronic worksheets. The maps and graphics obtained show that the different points and types of analyses reflect the variations in level of the Uruguai river, showing patterns associated to dilution or lixiviation, depending on the geographical characteristics of the sampling point. For example the conductivity of points associated to sewage effluents show high conductivity in periods of low level of the river, because of the components associated with this effluent, but it decreases during flood events due to dilution. On the other hand, the points associated to agricultural activities show lixiviation or absorption from the crops, depending on the period of the year considered. The integrated analysis of all the informations, constituting a coherent set, gives reliability to the whole system. The association of the chemistry of water with geographical aspects, reveals itself as fundamental for the interpretation of the environmental phenomena in course. This example shows the high potential of SIMA as a municipal system for environmental control and support of political decisions.

Palavras-chave: spring; análises; esgoto; cotas, pH, ORP, conductivity, acidez, alcalinidade, oxigênio dissolvido.

1. Introdução

O crescimento populacional e o aumento no consumo de produtos industrializados geram a cada dia uma maior quantidade de efluentes, que vem causando problemas como altos investimentos em sistemas de tratamentos quando executados, ou passam por despercebidos e são lançados diretamente no meio ambiente.

A cidade de Itaqui, por não possuir um sistema de tratamento de esgotos, lança todos seus efluentes tanto domésticos quanto industriais em córregos que circundam a cidade. O fluxo destes córregos leva o esgoto a entrar em contato com as águas do rio Uruguai.

Dessa forma um ponto importante é a preservação do meio ambiente que deve ser levado em conta, mas para isso precisamos de um meio de avaliação ambiental sustentável, ou seja que reúna princípios de qualidade de informações com baixo custo operacional, e este que pode ser feito dentre outras formas, com a utilização de métodos físicoquímicos, usando aparelhos portáteis como ph metro, condutivímetro e oxímetro para realizar medições nos locais desejados e também aparelhos de laboratório para parâmetros mais elaborados, e a

partir destas informações o desenvolvimento de um SIG para levantarmos os pontos críticos, e posterior trabalhos de planejamento da recomposição de características naturais da região.

Para termos um eficiente sistema de informação regional, a organização de dados na forma de mapas facilita muito o entendimento da dinâmica das águas e a interação da cidade com o meio ambiente, para o qual podem ser usados modernos sistemas de gerenciamento de informações geográficas e ambientais como o Spring, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE.

2. Metodologia de Trabalho

O trabalho foi conduzido durante o período de abril a novembro de 2010, em 18 pontos do município de Itaquí estado do Rio grande do sul, definidos através de saídas de campo, tendo por base o fator de condutividade, e com o subsídio de estudos prévios de avaliação através de bancos de dados disponíveis gratuitamente através do programa Google Earth. Em forma mais elaborada, foi utilizado o auxílio do software Spring, através do processamento e armazenamento de imagens de satélite obtidas gratuitamente no site do INPE (www.dpi.inpe.br), e de imagens de radar obtidas no site da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, EMBRAPA (www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download.index.html). Assim foram elaborados mapas de uso do solo, hipsometria, contornos das microbacias e do perímetro urbano, assim como representações dos pontos de amostragem, que foram referenciados a partir de levantamento com GPS. O banco de dados preparado no Spring apresentou planos representativos da região descrevendo as microbacias ligadas a cidade.

Foram utilizados equipamentos portáteis para realização e obtenção a campo de parâmetros físicoquímicos como pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, além de amostragens de água para exames no laboratório.

De posse das informações levantadas, organizadas em tabelas, separadas a partir de cotas do rio, que também foi uma informação levantada junto ao cais do porto, em leitura direta na régua oficial, sendo que cotas de até 200cm foram consideradas como nível de seca e cotas de 201 a 400cm foram considerados como nível normal do rio, e cotas com mais de 401 cm, foram consideradas como enchentes, estes níveis são considerados a partir de níveis históricos do local.

As médias obtidas de cada ponto e parâmetro foram correlacionados e a partir disso iniciou-se um trabalho de mapeamento, que apresentasse a real situação do ambiente naquele momento, para isso utilizamos Imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), e montou-se um banco de dados, que avaliasse bem as condições de linhas de esgoto, rios, estradas, e qualidade da água, todas dando ênfase ao resultados obtidos a cada mês.

2.1 Parâmetros utilizados e métodos avaliados

Foram realizadas análises físicoquímicas a campo que foram elas pH, Oxigênio dissolvido condutividade e também em laboratório foram realizadas análise de acidez, alcalinidade e potencial redox.

A coleta de amostras foi realizada mês a mês, e foram utilizadas garrafas pet de dois litros, devidamente higienizadas e esterilizadas. Para coletar as amostras e conduzi-las para o laboratório no menor intervalo de tempo possível, para que pudessem ser realizadas as demais análises de acidez, alcalinidade, e potencial redox, e iniciar o congelamento das amostras para análises posteriores foi utilizado uma motocicleta como meio de transporte adequado e sustentável do sistema.

O valor para pH foi determinado a campo, mediante a leitura direta através de um pHmetro com eletrodo de vidro em associação a um outro que mede a temperatura do meio avaliado ao entrarem em contato com a solução detectam a concentração de íons H^+ em solução.

Oxigênio dissolvido foi determinado a campo em leitura direta no local a partir do método a partir de sensor eletroquímico de oxigênio dissolvido baseado na célula de Clark(1956), onde é célula e imersa na água e a leitura é realizada a partir da membrana e os valores obtidos todos na escala de mg/l.

A condutividade elétrica foi determinada a campo a partir de leituras diretas realizadas no próprio local utilizando-se do método eletrométrico, usando um condutivímetro digital, seus valores foram todos transformados para micro Siemens (μS).

Potencial redox (ORP) foi determinado em laboratório com um milivoltímetro digital acoplado ao eletrodo de bulbo de vidro que tem capacidade de verificar o pH do meio e assim determinar o valor de ORP em mV.

Acidez da H₂O foi determinado em laboratório a partir do método titulométrico usando titulador automático com eletrodo de bulbo de vidro que mede a variação do pH a partir da adição de hidróxido de sódio 0,1N, automaticamente o aparelho informa o valor de titulante utilizado e também em mg/l.

Alcalinidade da H₂O foi determinada pelo mesmo método utilizado para determinar a acidez da H₂O, porem o titulante foi acido clorídrico 0,1N.

3. Resultados e Discussão

Os pontos de amostragem estão distribuídos pelas duas principais bacias, sendo que alguns pontos possuem uma pequena distancia, mas são distintos pelo fator relevo, ou seja a topografia da região conduz a água em alguns locais para o mesmo ponto, mas o que podemos ressaltar é que os pontos de amostragem, mesmo que estando muito próximos, foram escolhidos devido a receberem fontes diferentes de potencial poluição. Considerando a direção e declividade da drenagem natural ao redor dos pontos, foi desenvolvida uma imagem das subáreas de captação de águas para cada ponto (fig. 01), sendo que cada cor representa a área de captação de um ponto distinto.

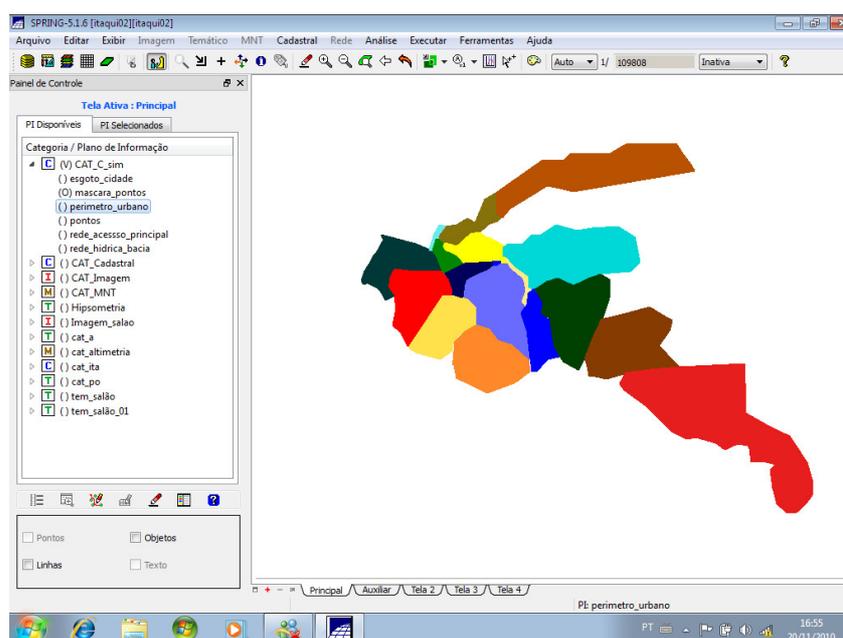


Figura 01: Imagem demonstrando a área de captação de água de cada ponto

Também podemos observar através do mapa de uso do solo (fig. 02) os tipos de utilização espacial da região e levar em conta que as demais áreas de cada bacia também descarregam uma quantidade de água diretamente no rio Uruguai, e também uma grande parte é direcionado para o abastecimento dos reservatórios de água, para manutenção das lavouras, sendo que os reservatórios são abastecidos apenas pela condução da drenagem das águas das chuvas. Isso justifica uma menor área de abrangência de cada ponto, sendo que o divisor de águas das microbacias é um pouco maior.

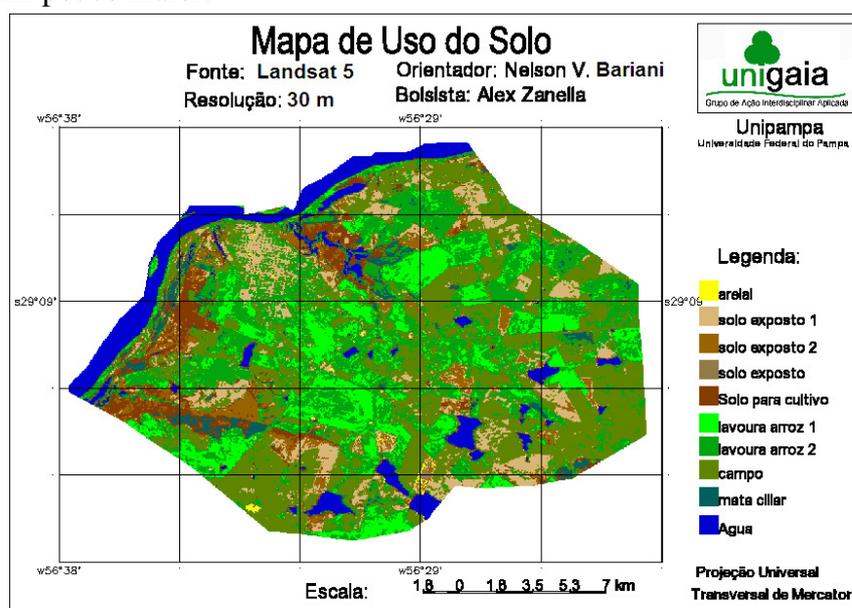


Figura 02: Mapa de uso do solo das microbacias

A área espacial é ocupada por águas, solo pronto para cultivo, áreas de arenização, campos nativos, lavouras em diferentes estágios de cultivo, mata ciliar, e solos expostos. A hipsimetria (fig. 03) é muito importante também pelo fato de nos direcionar em relação aos divisores de águas e também as regiões para onde são conduzidas as águas.

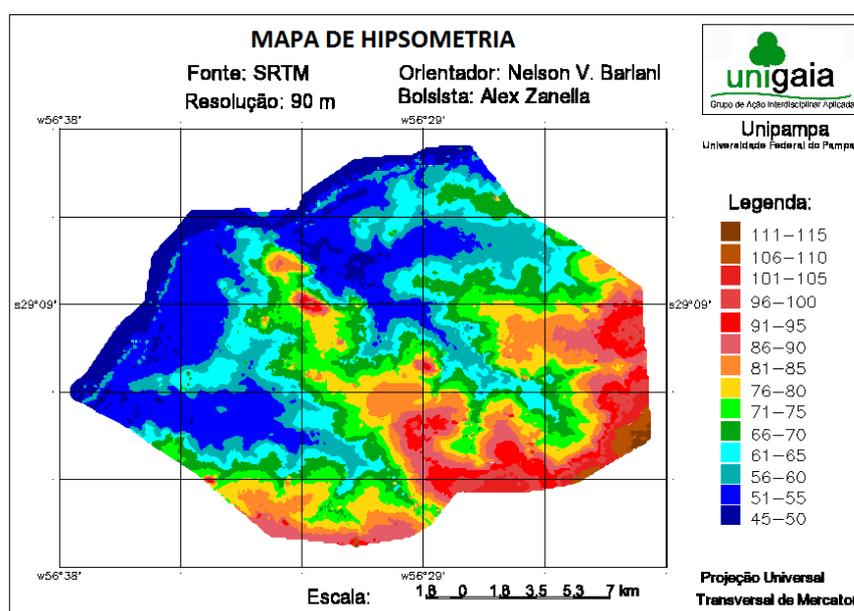


Figura 03: Mapa de hipsometria.

Através do mapa de hipsometria podemos observar a diferença de altitudes presentes nos locais de coleta de água e informações, sendo que com este mapa podemos concluir que a diferença entre o ponto mais baixo que é o rio e a o ponto de amostragem que esta em maior altitude que é o ponto da ponte Br apresenta uma diferença entre cotas de aproximadamente 10 metros, ou seja os pontos mais baixos possuem uma diferença para os pontos mais altos de 10 metros, conclui-se assim que enchentes que elevam o nível do rio, sendo que se esta chegar a uma cota maior ou igual a 10 metros vai encobrir todos os pontos de amostragem.

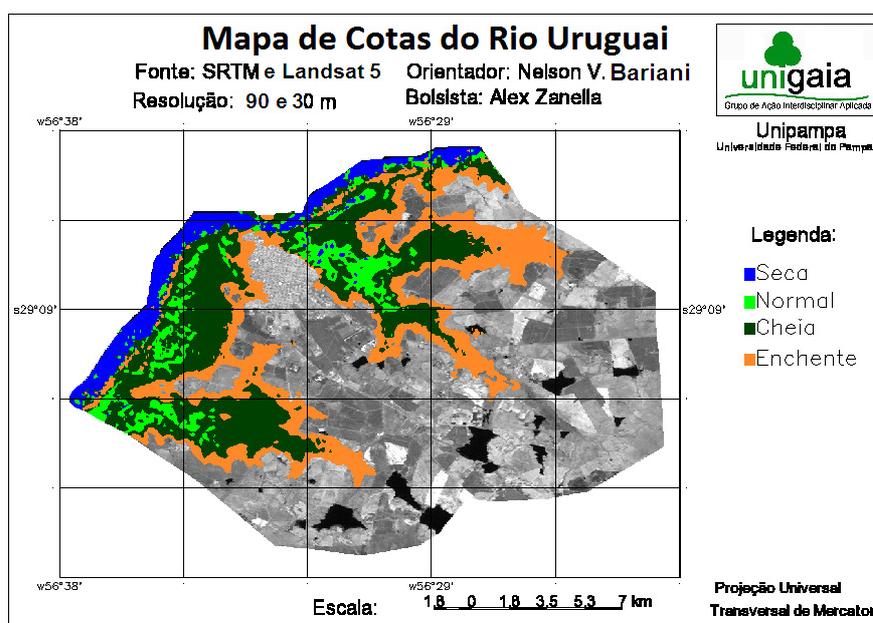


Figura 04: Cotas do rio, diferenças entre cheias, nível normal e secas.

Com a aplicação dos parâmetros físicoquímicos podemos detectar grandes diferenças entre os pontos avaliados de um modo geral em todos os parâmetros, isso se dá pela contaminação das águas com diferentes resíduos, mas principalmente de origem doméstica ou industrial. Com os valores obtidos o que pode ser observado foi uma grande variação dos valores em relação às cotas do rio (fig. 04), estas que exercem fatores de diluição de esgotos e outros tipos de efluentes em cotas mais altas (cheias), e também uma concentração em épocas de cotas mais baixas (secas).

Em relação às cotas, além de avaliar os mapas, podemos ver as médias dos valores coletados de cheias, bem como níveis normais e também secas.

A condutividade elétrica de uma solução é a capacidade desta em conduzir a corrente elétrica. Considerando-se que a capacidade de uma solução em conduzir corrente elétrica é função da concentração dos íons presentes, em soluções de maior concentração iônica, maior será a condutividade elétrica, mas por outro lado, em águas muito puras ocorre fenômeno inverso, maior será a resistência e menor a condutividade. A atividade iônica de uma solução é fortemente dependente de sua temperatura (aumenta cerca de 2% a cada °C) (ESTEVEZ, 1998).

A condutividade de uma água permite avaliar o seu grau de mineralização, podendo resultar da lixiviação de solos (com sais como carbonatos, sulfatos, cloretos, nitratos, solúveis de cálcio, sódio e potássio, entre outros), de efluentes industriais bem como de resíduos agrícolas (MENDES e OLIVEIRA, 2004).

Assim a condutividade elétrica referente a região apresenta valores distintos nos mais variados pontos onde a partir do gráfico onde podemos comparar simultaneamente os 18 pontos, em relação com as cotas do rio (fig. 05).

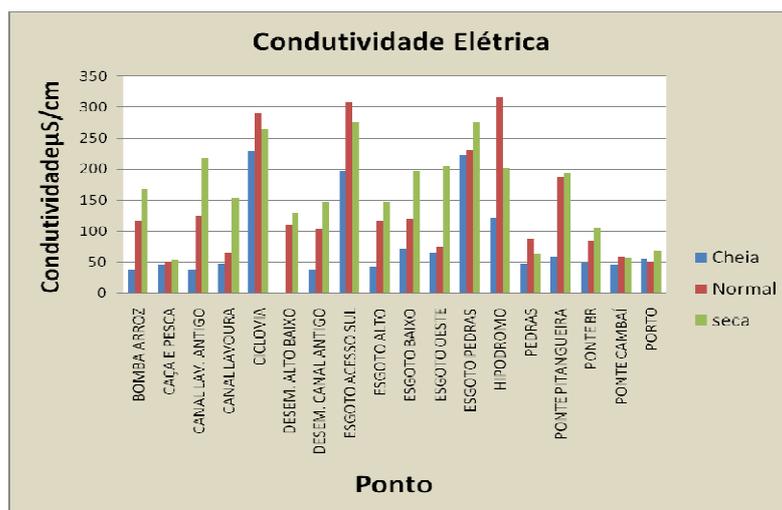


Figura 05: Condutividade elétrica em todos os pontos de coleta de amostras de água em relação as cotas do rio.

Observamos uma íntima relação para valores de condutividade com as cotas do rio que possuem uma explicação lógica que seria que em épocas de cotas menores teremos uma concentração apresentando maiores valores para condutividade e em épocas de cotas maiores teremos uma diluição pelas águas das chuvas diminuindo assim os valores para condutividade.

Este fato se confirma em 12 dos 18 pontos, já os demais por apresentarem características particulares apresentam-se de forma especial, e devem ser bem avaliados para obtermos conclusões de qualidade e que demonstram o que acontece no determinado ponto.

Desta forma os pontos ciclovia, esgoto aceso sul, hipódromo, pedras e ponte cambaí, apresentaram um comportamento semelhante, onde em épocas de cheia obteve-se os menores valores de condutividade, em seca obteve-se os valores intermediários, e em cotas normais observaram-se os maiores valores para condutividade.

Oxigênio dissolvido representa a quantidade de oxigênio molecular está dissolvido na água, também é a base da vida aquática, é influenciado diretamente pela quantidade de matéria orgânica dissolvida na água, esta pode ser proveniente de esgotos, lixo, partículas carregadas de lavouras. As perdas de oxigênio se dão devido à oxidação da matéria orgânica por respiração de microorganismos aquáticos.

A forma de aquisição de oxigênio pelas águas se dá pela aeração, e também pela fotossíntese realizada pelo fitoplâncton. Os valores para oxigênio dissolvido foram expressos em mg/l de água sendo que seus valores aparecem na (fig. 06)

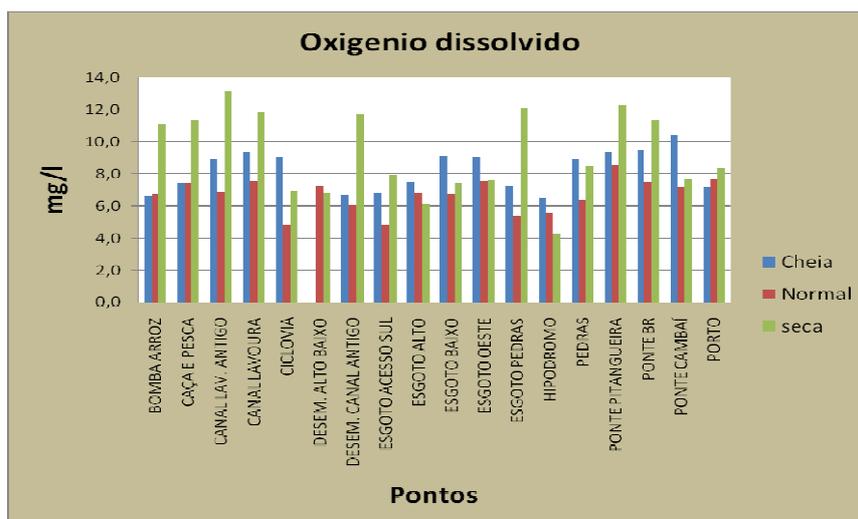


Figura 06: Oxigênio dissolvido em todos os pontos de coleta de amostras de água em ralação as cotas do rio.

Através do gráfico pode-se observar que em épocas de seca a maioria dos pontos, principalmente pontos com uma reduzida velocidade das águas apresentaram teores maiores para oxigênio dissolvido pelo fato de que em condições de uma maior temperatura ambiente e uma grande quantidade de nutrientes na H₂O, desenvolveu algas que através da fotossíntese aumentaram os teores significativamente para OD. E em geral o que aconteceu é que épocas de cheia apresentaram valores superiores aos apresentados em épocas de nível normal, isso pelo fato de que com águas em abundância aumenta a dinâmica dos corpos d'água e acontece uma maior oxigenação.

O termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado para expressar a intensidade da condição ácida ou básica de uma solução e é uma maneira de expressar a concentração do íon hidrogênio. As variações destes parâmetros são ocasionados geralmente pelo consumo e/ou produção de dióxido de carbono (CO₂), realizados pelos organismos fotossintetizadores e pelos fenômenos de respiração/fermentação de todos os organismos presentes na massa de água, produzindo ácidos orgânicos fracos.

Para águas do local estudado observa-se que acontece uma variação significativa para valores de pH (fig. 07). Os valores do gráfico mostram que basicamente nós tivemos dois modelos básicos principais para o pH, que foram durante a época em que ocorre uma cheia os valores foram baixos, ou seja praticamente em todos os pontos pH ácido. Em épocas de nível normal os valores apresentaram-se intermediários, e em épocas de secas valores maiores devido a concentração de amostras.

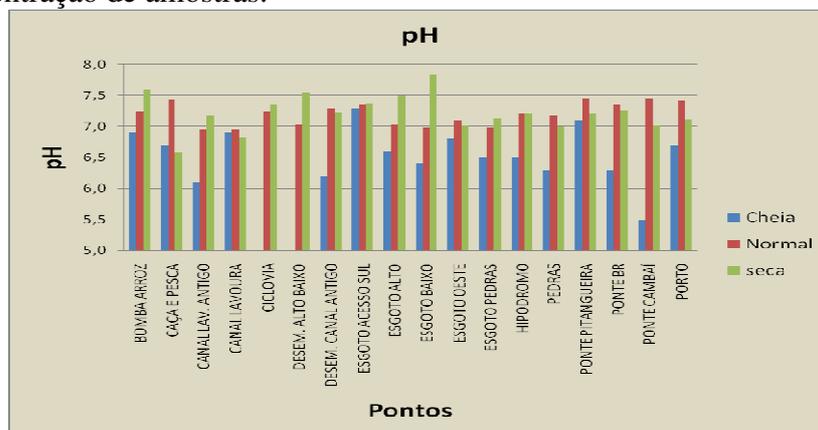


Figura 07: Valores de pH para todos os pontos de coleta de águas, em relação as cotas.

O segundo modelo repetiu-se por nove pontos e este apresentou em épocas de cheias valores de pH mais baixos, em nível normal valores maiores para pH e valores intermediários em épocas de seca.

O potencial redox através do eletrodo de vidro tem a capacidade de quantificar, porem não seletivamente a existência de um agente redutor ou oxidante. A medição deste parâmetro é muito eficiente, alem de possuir um baixo custo, porem depende muito do pH da água. Os valores obtido nos dezoito pontos de amostragem, quando comparados em relação as cotas, ou seja seca, cheia e nível normal (fig. 08). Observa-se que potencial redox apresentou valores de uma forma diferentes das vistas até então, ou seja o valores obtidos mostraram- se de uma forma onde em épocas de cheia ocorreram valores maiores para potencial redox, já o nível normal foi o que apresentou os menores valores, seguido de que em épocas de secas obtivemos valores intermediários.

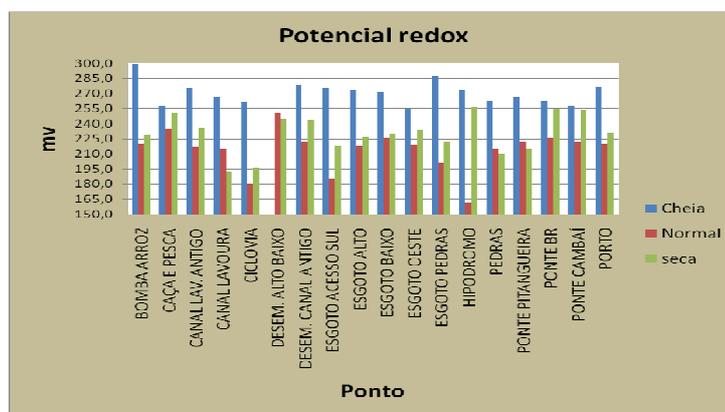


Figura 08: Valores de todos os pontos de amostragem para potencial redox

Particularidades obtivemos em apenas três pontos, que foram eles canal lavoura, pedras e ponte pitangueira. Estes que tiveram uma disposição da forma em que em épocas de cheias tivemos os maiores valores, em níveis normais os valores intermediários e em secas os menores valores. A acidez representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar (tamponar) bases a ele adicionados, estas que são provenientes principalmente de lavouras, que liberam por lixiviação elementos que desenvolvam acidez na água. Os valores obtidos (fig. 09) variaram muito, mas dentre estas variações destacaram-se pontos mais proximos a lavouras (Canal Lavoura Antigo) e também pontos que receberam esgotos (esgoto pedras, hipódromo), os maiores valores obtidos ocorreram em épocas com um nível normal do rio.

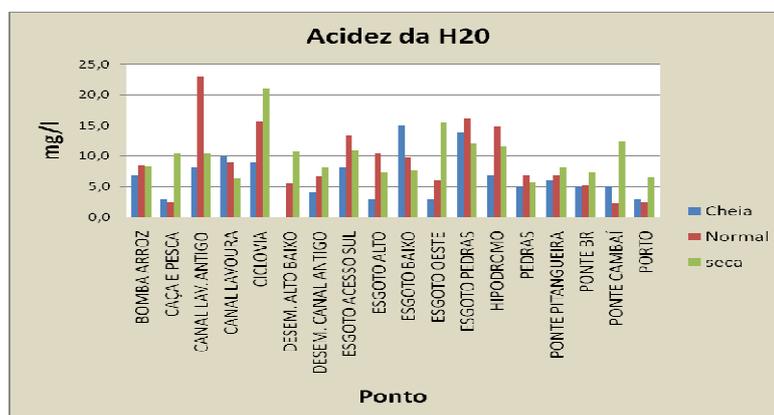


Figura 09: Acidez da água em todos os pontos de coleta de amostras de água em ralação as cotas do rio.

A alcalinidade de uma água é uma medida da sua capacidade de neutralizar ácidos ou absorver íons hidrogênio sem mudança significativa do pH. As principais fontes de alcalinidade em águas são os bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, usa o mesmo principio de determinação da acidez. A alcalinidade das águas da região (fig. 10) apresentaram valores significativos principalmente em esgotos domésticos esgoto acesso sul, ciclovia, esgoto pedras e hipódromo são exemplos de esgotos que apresentaram valores considerados altos para alcalinidade, principalmente por receberem grandes quantidades de detergentes e produtos de limpeza.

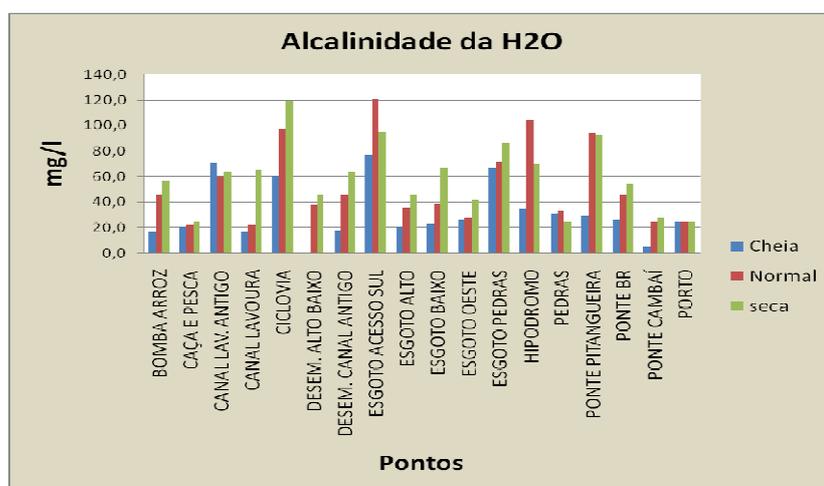


Figura 10: Alcalinidade da água em todos os pontos de coleta de amostras de água em ralação as cotas do rio.

4. Conclusões

Através de uma união entre ferramentas de sensoriamento remoto com práticas de campo e análises de águas associadas a um sistema de planilhas eletrônicas, é possível identificar características associadas com a qualidade do meio ambiente na região sob estudo. Fica evidente como a associação de informações confere confiabilidade aos resultados obtidos. No caso particular aqui analisado, as medições de condutividade, pH, potencial redox, oxigênio dissolvido, alcalinidade, acidez, e as correlações espaciais evidenciadas através de ferramentas de geoprocessamento, conformaram um conjunto coerente de informações onde não foram detectadas contradições, embora fosse analisado um grande volume de dados. Esta análise sugere a existência de um sistema de monitoramento que damos em chamar de SIMA, Sistema Integrado de Monitoramento Ambiental, do qual este trabalho é um exemplo de aplicação.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA, por fornecer condições para o desenvolvimento deste trabalho, através de bolsas de iniciação à pesquisa do programa de desenvolvimento acadêmico (PBDA), assim como disponibilizando laboratórios, reagentes, equipamentos, recursos de informática, instalações e transporte acessíveis ao grupo de pesquisa. Também agradecemos de maneira geral a colaboração dos diversos segmentos da população, pescadores, arroteiros, autoridades municipais, empresas e instituições que

colaboraram de diversas formas com informações, transporte, locais de acesso a pontos de coleta, e boa disposição para contribuir nos estudos realizados.

Referências Bibliográficas

- ANA – Agência Nacional de Águas – **Cotas**. Disponível em: < www.ana.gov.br > Acessado em 20 nov. 2010
- APPA, AWWA, WPCF, **Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales**, Editorial Díaz de Santos, 1ª. Edição, 1992
- CAMARA G, Souza RCM, Freitas UM, Garrido .SPRING: **Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling" J Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun. 1996.
- CARVALHO, Adriana Rosa; SCHLITTLER, Flávio Henrique Mingante; TORNISIELO, Valdemar Luiz. **Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água**. Química Nova, São Paulo, v. 23, n. 5, 2000.
- CETESB - **Companhia Estadual Técnica de Saneamento Básico e Defesa do meio Ambiente** – Variáveis de qualidade das águas. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> . Acesso em: 08 nov. 2008
- CLESCERI, Lenore S. (Editor), et al. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th Edition. APHA, AWWA, WEF, 2005.
- EMBRAPA, Imagem SRTM; **Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**
Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>> Acesso em: 20 jun. de 2010
- ESTEVES, F. A. Consideration on the ecology of wetlands, with emphasis on Brazilian Floodplain ecosystem. In: SCARANO, F. R.; FRANCO, A. C. *Oecologia Brasiliensis*. v. 4. **Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998a. cap. 6, p. 111-135.
- FIGUEIRO, D. O.; Implementação de Metodologias de Análises da Qualidade da Água em Itaquí; **Resumo do Salão Internacional de Ensino Pesquisa e Extensão – SIEPE 2010**
- INPE - **Imagens de Satélites** – Disponível em <www.dgi.inpe.br> Acessado em 20 nov. 2010
- PAZDIORA, P. C.; Sistema de Monitoramento Ambiental Usando Métodos Físicoquímicos no Município de Itaquí; **Resumo do Salão Internacional de Ensino Pesquisa e Extensão – SIEPE 2010**
- SPRING. **Tutorial 10 Aulas – SPRING 5.0**. Disponível em:
<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/banco.html> Acessado em: 20 nov. 2010.
- SILVA, F. W.; Estudo de Respostas Bioquímicas a Poluentes em Lambaris (*Astyanax* sp) em Perímetro Urbano de Rosário do Sul, Rio Santa Maria; **Resumo do Salão Internacional de Ensino Pesquisa e Extensão – SIEPE 2010**
- VALIM, M. F; Análise Geoambiental da Microbacia do Arroio Cambaí; **Trabalho de Conclusão de Curso de Geografia** – Unijui 2007
- VICTORIA, C. M.; Indicadores Microbiológicos para Monitoramento Ambiental; **Resumo do Salão Internacional de Ensino Pesquisa e Extensão – SIEPE 2010**
- VICTORIA, C. M.; Potencialidades da Fotografia de Aves e a Pesca com Devolução como Atividades de Educação Ambiental, Turismo e Integração Internacional; **Resumo do Salão Internacional de Ensino Pesquisa e Extensão – SIEPE 2010**