

Análise da Contaminação de Vanádio e Níquel nas proximidades da Refinaria Rio-Grandense, utilizando imagens Hyperion

Jeferson Brião Oliveira ¹
Jean Marcel de Almeida Espinoza ²

¹ Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Caixa Postal 96203900 - Rio Grande - RS, Brasil
jefbriao@yahoo.com.br

² Instituto Federal do Rio Grande – IFRS – Rio Grande
Caixa Postal 47496201900 – Rio Grande - RS, Brasil
jean.espinoza@rio.grande.ifrs.edu.br

Abstract. The growth of urban areas has caused several problems due to the contamination of these urban environments, which makes it necessary to monitor ecosystems, which is extremely costly for the responsible entities. In this way, the use of orbital images combined with geoprocessing technology has become very effective so that the cost of monitoring falls considerably. In this work the hyperion detection capacity was used to determine the level of soil contamination in the surroundings of the Rio-grandense Refinery by the elements Nickel And Vanadium, which in high concentrations can cause several damages to the environment and society around them. Being able to present its spatial distribution and concentration in the soil around the study area, demonstrating that the location of the Refinery demonstrates a problem in the several cities that have been growing in the last decades and its presence in the middle of the city, shows that the authorities are unconcerned with The emissions of these types of contaminants, which has been growing by the burning of fossil fuels and which cause communities in their surroundings to be at risk of suffering damage to their health. It is extremely important for the community that the monitoring of these contaminants is regular and reliable.

Palavras-chave: Vanadium, Nickel, Contamination, Vanádio, Níquel, Contaminação.

1. Introdução

A contaminação de ambientes urbanos ocorre por caráter químico, físico e biológico. O monitoramento dessas fontes e características de contaminação geralmente é dispendiosa, localizada e de baixa representação espacial. A utilização do sensoriamento remoto, somado com o desenvolvimento de sensores cada vez melhores, faz com que o uso dessa tecnologia venha tornando possível discriminar diferentes componentes da matéria, para isso o uso de sensores hiperespectrais vem ganhando grande importância. Os sensores hiperespectrais são os que possuem maior fragmentação na obtenção do comportamento espectral dos alvos, o que permite uma grande potência para a determinação de alvos de superfícies, baseando-se características físico-químicas e biológicas. Embora os sensores hiperespectrais tragam essa grande potência, a utilização do sensor *Hyperion* no Brasil ainda é muito pouca.

Uma das ferramentas utilizadas para a aquisição de dados orbitais é o sensor *Hyperion*. O sensor *Hyperion* é um imageador “*push-broom*” hiperespectral, lançado pela NASA no ano de 2000 de forma experimental. Ele se encontra a bordo do satélite “*Earth Observing 1*” (EO-1), sendo um sensor que adquire 242 bandas de 10 nm de largura cada faixa, em um intervalo de 400 a 2400 nm do espectro eletromagnético, tendo uma resolução nominal de 30 m com uma profundidade radiométrica de 12 bits e um resolução temporal de 16 dias, podendo ser reduzido, esse tempo, por indicação, trabalhando assim, em *off nadir*.

Um das grandes preocupações com o desenvolvimento das áreas urbanas e a crescente procura por combustíveis fósseis é a contaminação do solo, por causa do derramamento de combustíveis em postos de combustível e refinarias e vazamentos em seus tanques de combustíveis.

Esses problemas vêm ganhando grande expressão conforme afirma Prommer (1999 *apud* Tiburtius *et al*, 2003), os vazamentos de combustíveis e contaminantes relacionados ao seu refino provocam graves problemas ao meio ambiente, principalmente com respeito a contaminação de águas subterrâneas, conforme o aumento no consumo de combustíveis veem aumentando é possível observar que a contaminação veem aumentando proporcionalmente, o que mostra um despreocupação com a manutenção adequada em tanques de combustível, o município de Rio Grande possui uma Refinaria de Petróleo, conforme demonstra a figura nº 1, que pode estar causando grandes prejuízos no lençol freático, ainda mais considerando o município de Rio Grande, pertencente a planície litorânea do Rio Grande do Sul com um lençol freático muito próximo da superfície. Assim esse trabalho pretende formular uma metodologia para que seja feita análises espectrais para verificar a contaminação do solo por vazamento de carbonatos oriundos dos combustíveis nas proximidades da Refinaria Rio-Grandense utilizando imagens *Hyperion* no município de Rio Grande.

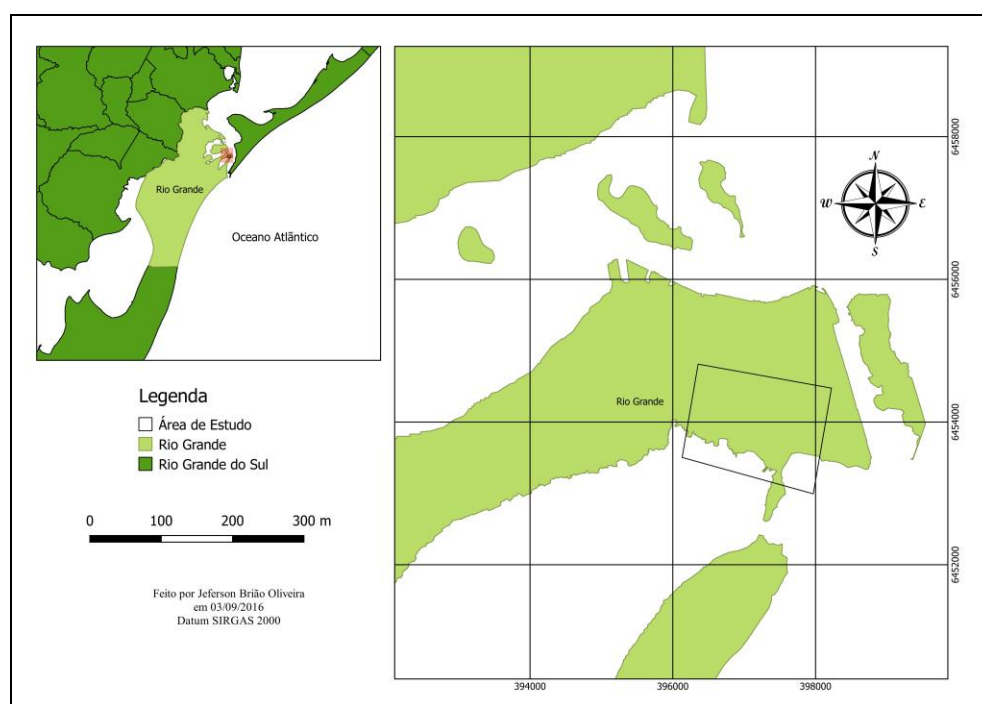


Figura 1 - Área de Estudo
Fonte própria da pesquisa

2. Metodologia de Trabalho

Conforme demonstra a figura 2, foi utilizado os seguintes passos metodológicos. Para o início do trabalho foi realizada a aquisição das imagens do sensor *Hyperion* no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos, para este trabalho foi utilizada a imagem adquirida no dia 29 de novembro de 2015. Após a aquisição da imagem foi feito com que todas as bandas fossem unidas em um só arquivo e recortadas através de *shapefile* para ser utilizada somente a área de interesse. Após foi utilizado o método de subtração do pixel escuro para remover o espalhamento atmosférico da imagem, conforme afirma Pereira *et al* (2007), o método baseia-se na Correção Atmosférica pelo Pixel Escuro (Dark Object Subtraction – DOS) foi proposto por Chavez (1988, *apud* Pereira, 2007), se baseando que alguns pixels que na imagem teriam valor zero, que não refletiriam radiação (como sombras na região do visível, por exemplo), absorvem-na totalmente, também implicando valores nulos de reflexão (corpos de água límpida na região do infravermelho próximo ou médio, por exemplo).

Caso estes pixels apresentem valores maiores que zero, o excedente deveria ser explicado pela interferência aditiva do espalhamento atmosférico. Assim, considerando que a interferência atmosférica seja uniforme em toda a cena e ignorando as influências de urbanização, topografia e outras se definem o valor em contadores digitais ou reflectância a ser subtraído de toda a cena. Este método tem fácil aplicação, mas ignora o fenômeno da absorção, considerando apenas a influência do espalhamento, sendo ideal sua utilização para pequenas áreas que não sofrem muita influência por outros fatores.

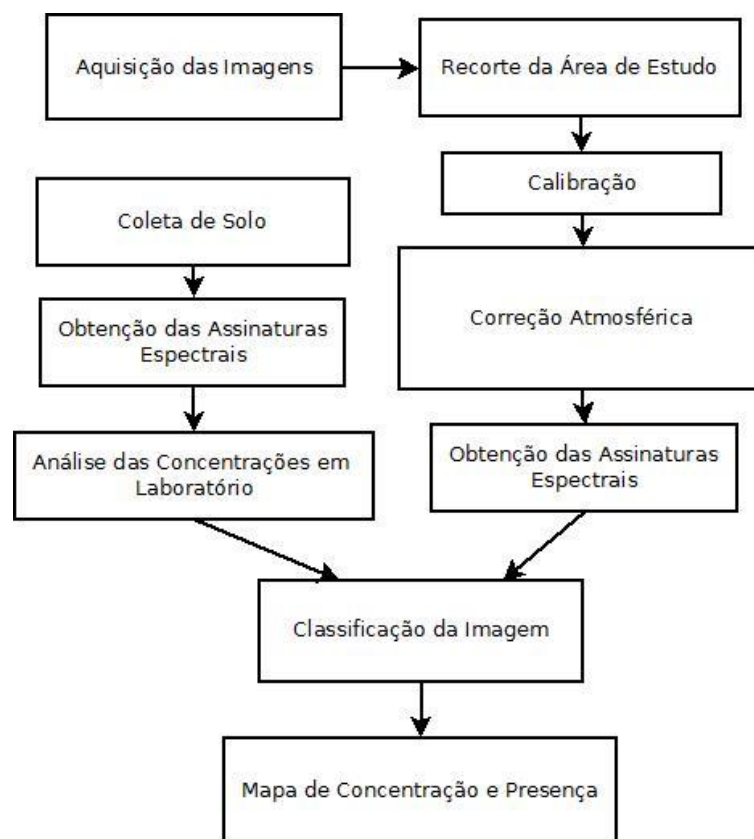


Figura 2 - Metodologia Utilizada
Fonte própria da pesquisa

Após ter a imagem com a correção atmosférica, foi feita a classificação das assinaturas espectrais dos poluentes de interesse, para isso foi separado as assinaturas espectrais dos minerais margaritasita e vernicolita que possuem o elemento do vanádio em sua composição, também foi utilizado à assinatura espectral do mineral pirrotita que possui o níquel em sua composição, foi necessário transformar o numero de bandas de reflectância de aproximadamente 420 para 242 para que seja feita assim a comparação/ classificação da imagem *Hyperion*, assim é necessário uma reamostragem das assinaturas espectrais analisadas, reduzindo-as para uma resolução igual àquela do sensor *Hyperion*, ou seja, para 242 pontos de leitura.

Para que seja possível ajustar o modelo foi feito coleta de amostras de solo em dois locais, deste modo em laboratório as amostras passaram pelo processo de radiometria, no qual a amostra passa pela exposição de uma fonte de radiação eletromagnética (REM) conhecida e previamente calibrada, fazendo com que seja possível determinar o fator de reflectância bidirecional (FRBD) e obter a assinatura espectral das amostras de interesse. Assim foi possível através da consulta dos arquivos dos componentes individuais identificarem nas amostras a presença de vales de absorção. De acordo com Junior & Ferreira (2011), cada um

destes vales caracteriza um componente específico da amostra e a intensidade do vale correlaciona-se com a concentração deste componente.

Para produzir as imagens de representação da presença e das concentrações de Vanádio e de Níquel na área de interesse, foi realizada a classificação através das assinaturas espectrais (comparação entre as assinaturas de referência e as assinaturas presentes na imagem Hyperion). Para esta classificação foi utilizada a técnica de classificação de espectros SAM (Espectral Angle Mapper). Conforme Barbosa (2005, apud Valério *et al*, 2009), o objetivo desta técnica é determinar o grau de similaridade entre curvas espectrais geradas por sensores com grande número de bandas, ou entre estas curvas e curvas de referência disponíveis em uma biblioteca espectral.

3. Resultados e Discursão

Como demonstra a figura 3, a presença de Vanádio nas proximidades da refinaria apresenta uma distribuição espacial muito variada, com uma alta taxa de concentração presente em todo o entorno da refinaria. Apresentando que embora a refinaria tenha tido uma época sem produção as concentrações estão mais elevadas nas direções Sudoeste, Oeste e Noroeste da fonte de emissão, o que demonstra que esse elemento é bastante influenciado pelo transporte eólico, a distribuição espacial no entorno do resto da região pode ser explicado pela ocorrência do transporte eólico em distintas direções, diferentes das tendências da média histórica.

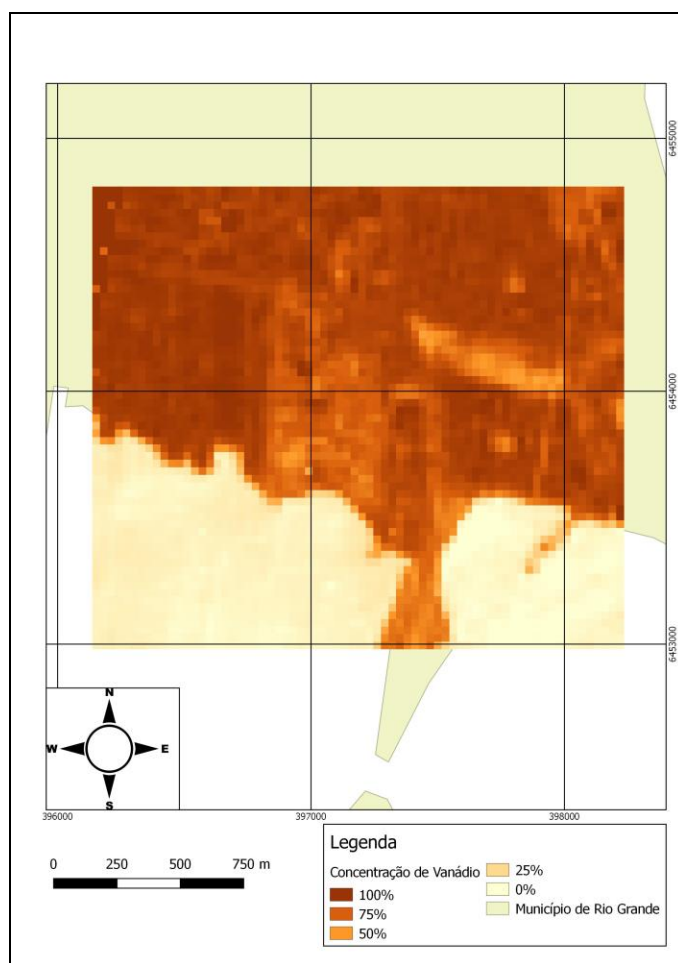


Figura 3 - Distribuição espacial do Vanádio
Fonte própria da pesquisa

A alta distribuição espacial, também pode ser explicada pelo índice pluviométrico da região que faz com que a ocorrência do elemento seja mais distribuída durante toda a região. Como o Vanádio é um elemento químico essencial para plantas e animais, uma vez que estimula a síntese de clorofila e promove o crescimento de animais jovens. Conforme descreve Lepri (2005), vanádio e muito de seus compostos são tóxicos e requerem um manuseio cuidadoso. Exposições crônicas podem resultar em inflamação dos brônquios e traquéias, irritação severa dos olhos e da pele, edema pulmonar e envenenamento sistemático.

Como demonstra a figura 4, a área de pesquisa apresenta uma concentração em boa parte acima de 150 mg/Kg, quanto que a taxa máxima para considerar se um solo está contaminado é de 63 mg/Kg. Isso demonstra que o entorno da refinaria apresenta uma alta taxa de contaminação por Vanádio.

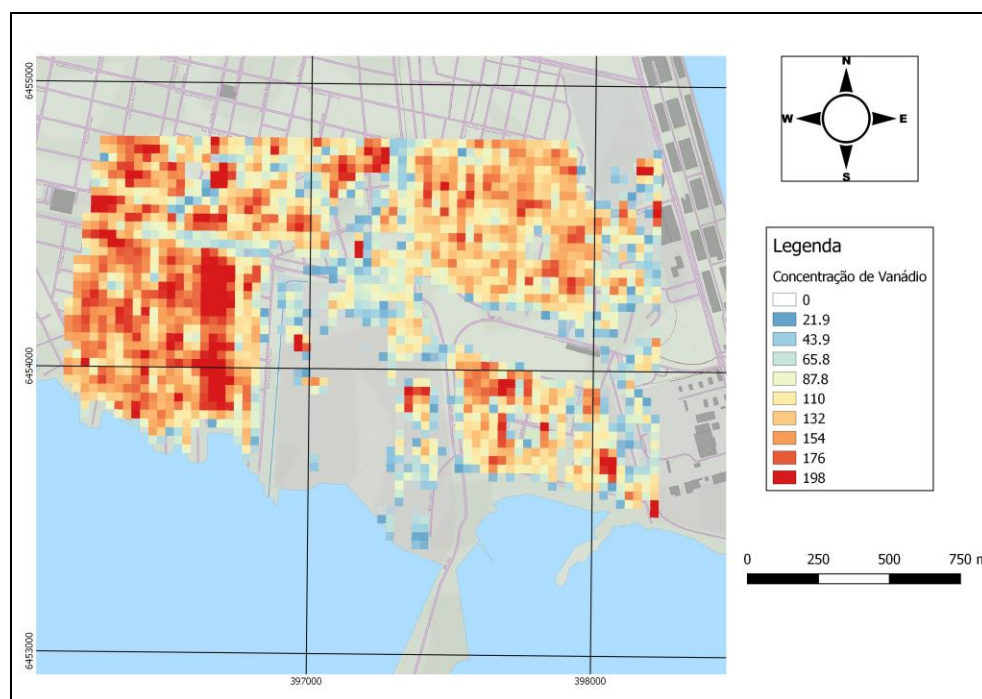


Figura 4 - Distribuição da Quantidade de Vanádio
Fonte própria da pesquisa

Embora a refinaria tenha tido um tempo sem emissões, a queima de combustíveis fósseis, principalmente áreas industrializadas nas cidades fazem com que os níveis de níquel e vanádio na atmosfera sejam elevados pelas cinzas originadas por esta queima de combustíveis fósseis em usinas geradoras de energia, refinarias de petróleo e em automóveis, atingindo o níquel níveis muito elevados que podem causar sérios prejuízos tanto para a comunidade que vive a sua volta, como também o meio ambiente, ao qual sofre com as altas taxas desses elementos.

A distribuição espacial do níquel apresentou uma área de contaminação bem distribuída com índices muito elevados de concentração, conforme demonstra a figura 5, que também podem ser explicados pelos processos eólicos e pluviométricos que afetam a região, por sua vez é possível observar que a área em que se localiza a refinaria uma baixa concentração de níquel e também uma baixa concentração de vanádio. Isso pode ser explicado pela não infiltração desses elementos em áreas isoladas por asfalto, que se torna um isolante para a superfície.

A exposição humana ao níquel ocorre principalmente por inalação e ingestão. Quantidades significativas de níquel em diferentes formas podem ser depositadas no sangue humano através da exposição ocupacional e da dieta alimentar. De acordo com Lepri (Op.

cit.) a exposição a ambientes altamente contaminados por níquel, como aqueles associados ao refino do metal, galvanoplastia e solda, tem o potencial de produzir uma variedade de efeitos patológicos, entre os quais se citam alergias de pele, fibrose de pulmão e câncer no trato respiratório.

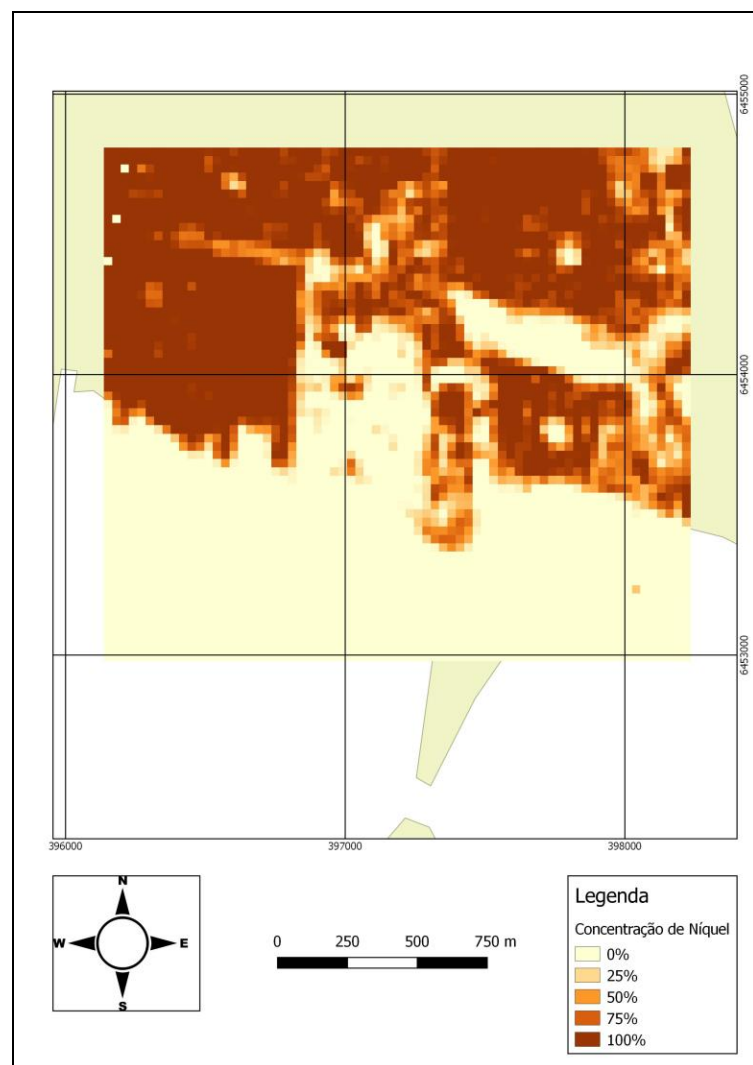
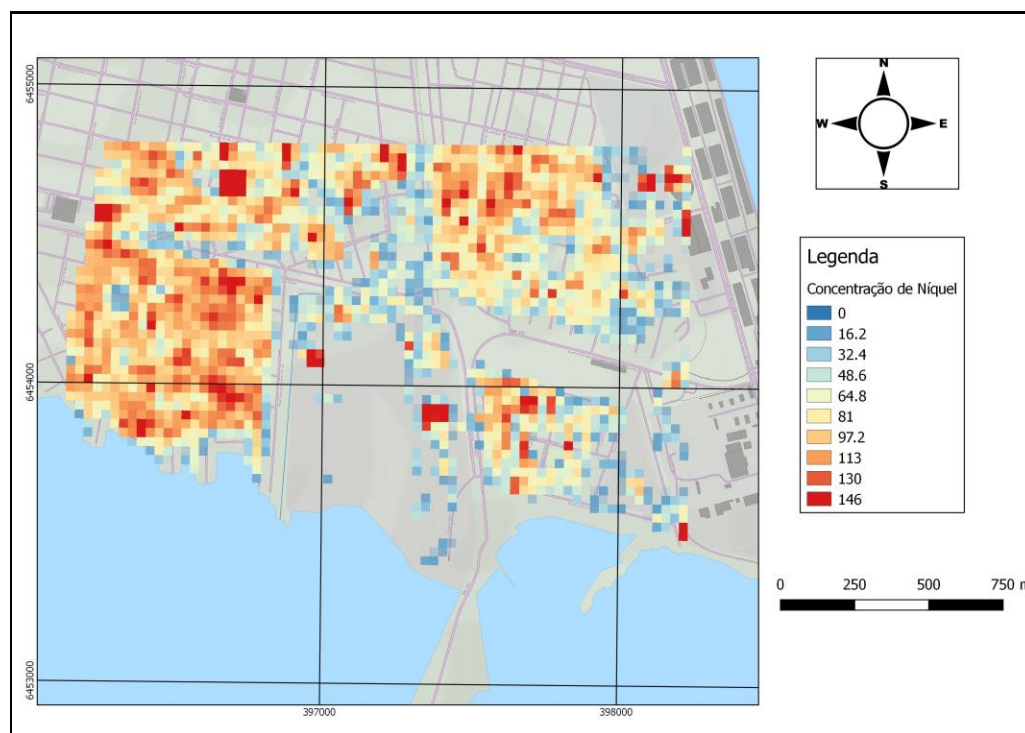


Figura 5 – Distribuição espacial de Níquel
Fonte própria da pesquisa

Embora a distribuição espacial de níquel seja mais homogênea que a do vanádio, a quantidade de níquel presente no solo é menor, tendo um valor máximo de 146 mg/Kg de solo em comparação com 196 mg/Kg do vanádio. Ele também apresenta uma concentração dos pontos mais elevados menos presentes que o vanádio, que apresenta grandes áreas com a quantidade máxima de concentração. A concentração menor de níquel pode ser explicada por o elemento vanádio estar relacionado ao desenvolvimento das plantas, o que viria a fazer a concentração de vanádio ser bem maior que a de níquel no entorno da Refinaria, enquanto que a concentração de níquel apresenta uma distribuição na concentração desse elemento, como demonstra a figura 6. Embora tenha tido um valor máximo abaixo do Vanádio, o níquel é considerado contaminante a partir de uma taxa de 30 mg/Kg, o que demonstra que a baixa taxa que se concentra o níquel está relacionado a sua ausência como elemento fundamental para o desenvolvimento das vegetações.

Mesmo tendo um tempo sem novas emissões, as taxas dos contaminantes tendem à estabilidade por se tratarem de metais pesados. Além disto, como agravante, tem-se o fato da

ampliação ao longo das cadeias tróficas. Isto acaba por expor a população local às taxas de contaminação muito além daquelas do ambiente natural. Como é possível ver as taxas de níquel e vanádio no entorno da Refinaria Rio-grandense apresenta uma taxa muito elevada tanto de sua distribuição espacial, como também sua concentração, fazendo com que seja necessário um acompanhamento periódico da região, para poder relacionar o estado em que se encontra a região, a partir desse contexto o uso das tecnologias do geoprocessamento podem proporcionar com que o monitoramento ambiental desses contaminantes, possam ser feitos de forma mais dinâmica e menores custos de operação.



4. CONCLUSÕES

A partir do exposto é possível concluir que as taxas de concentração de Níquel e Vanádio sejam muito elevadas no entorno da Refinaria Rio-grandense. Para o elemento vanádio, as grandes concentrações encontradas no setor oeste da refinaria ocorrem em virtude das localidades próximas a refinaria possuir uma cota altimétrica mais baixa quando comparada a cota altimétrica da rua Valporto. O que faz em períodos chuvosos com que os metais, tanto o Vanádio quanto o Níquel acumulados na rua Valporto tendem a escoar para as ruas adjacentes da refinaria onde a cota altimétrica está mais baixa. As concentrações situadas em locais diferentes da normal climatológica do vento, se da pela diversidade de ventos que atingem a região nas varias estações do ano. Embora o Níquel e o Vanádio sejam de importância para o desenvolvimento de vegetações e animais, sua alta taxa de concentração se mostra prejudicial para a saúde de ambos, sendo alvos de pesquisas mais detalhadas quanto o nível que os mesmos podem prejudicar

Com o uso de produtos de imageamento hiper-espectrais em conjuntos com as técnicas de geoprocessamento é possível realizar trabalhos com utilidades para o mundo, como fonte de estudo e caracterização do uso da cobertura da terra. Estes tipos de trabalhos tem se mostrado acurados e de baixo custos para o monitoramento de áreas sensíveis dados-imagem tem se mostrado acurados e de baixo custo para a manutenção e o monitoramento dos ecossistemas,

determinação de áreas que são mais sensíveis a contaminantes, como também a apresentação de áreas que apresentam contaminação de metais pesados, o que resulta em uma forma de poder realizar análises anteriores a contaminação dos ecossistemas, evitando assim impactos negativos ao meio ambiente e a sociedade. Desta forma, a aplicação deste trabalho demonstra que a utilização do sensor *Hyperion* para a determinação e a presença de contaminantes no solo é de extremamente acurácia e eficiência.

Referências Bibliográficas

JUNIOR, L. C. S. C.; FERREIRA, C. F. **Caracterização dos Poluentes Traços do Refino do Petróleo: Avaliação via Geoprocessamento das Concentrações de Níquel e Vanádio no entorno da Refinaria Rio Grandense, Rio Grande/RS**. 2011. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Geoprocessamento) - Instituto Federal da Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Rio Grande.

LEPRI, F. G. **Espectrometria de Absorção Atômica de Alta Resolução com Fonte Contínua como Ferramenta Analítica para o Desenvolvimento de Método para Determinação de Níquel e Vanádio por Espectrometria de Absorção Atômica em Forno de Grafite em Amostras De Óleo Cru**. 2005. 168 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/103045/242932.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 15 de novembro de 2016.

PEREIRA, R.; SCHÄFER, A. E.; WÜRDIG, N. L. **Aplicabilidade de métodos de sensoriamento remoto na avaliação e monitoramento do estado trófico de lagoas costeiras do Rio Grande do Sul (RS)**. In Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis: 2007, p. 3513-3520. Disponível em <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.16.04/doc/3513-3520.pdf>> . Acesso em 19 de outubro de 2016.

VALÉRIO, A. M.; KAMPEL, M.; STECH, J. L. **Aplicação da técnica SAM (Spectral Angle Mapper) para dados hiperespectrais do corpo de água do reservatório de Manso, MT**. In Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal: 2009, p. 7933-7940. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.16.04/doc/7933-7940.pdf>> . Acesso em 21 de outubro de 2016.

TIBURTIUS, E. R. L.; ZAMORA, P. P.; LEAL, E. S. **Contaminação de Águas por BTXS e Processos Utilizados na Remediação de Sítios**. Contaminados. Química Nova, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 441-446, 2004. Disponível em <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol27No3_441_13-RV03068.pdf>. Acesso em 15 de outubro de 2016.