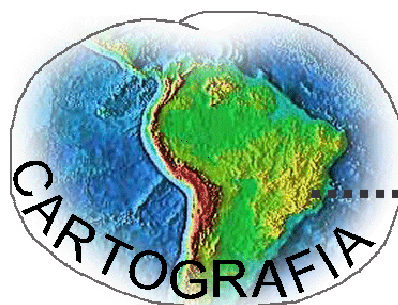


Gustavo Luiz Godoy de Faria Fernandes

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DA ÁGUA
DA LAGOA CENTRAL DO MUNICÍPIO
DE LAGOA SANTA UTILIZANDO
IMAGENS DO CBRES**

VII Curso de Especialização em Geoprocessamento
2004



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha
Belo Horizonte
cartog@igc.ufmg.br

GUSTAVO LUIZ GODOY DE FARIA FERNANDES

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DA ÁGUA
DA LAGOA CENTRAL DO MUNICÍPIO DE LAGOA
SANTA UTILIZANDO IMAGENS DO CBRES**

Monografia apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geoprocessamento, Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Geoprocessamento.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Martins Dutra

Belo Horizonte, 26 de Janeiro de 2005.

Fernandes, Gustavo L. G. de Faria

Estudo Exploratório da Água da Lagoa Central do Município de Lagoa Santa Utilizando Imagens do CBERS/Gustavo Luiz Godoy de Faria Fernandes. Belo Horizonte, 2004.
vii, 44f.:il.

Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia, 2004.
Orientador: Luciano Martins Dutra

1. Introdução 2. Fundamentos Teóricos 3. Materiais e Métodos
4.Resultados 5. Conclusão. I. Título

AGRADECIMENTOS

Faltando poucos dias para o final de uma trajetória de quase um ano de muito esforço, dedicação, aprendizagem e amizades, as quais queremos cativar pelo resto da nossas vidas, paramos por um minuto, olhamos para trás, e vemos que tudo passou num rápido piscar de olhos. Foi um momento muito bom de nossas vidas, dos muitos que já tivemos e dos vários que com certeza virão. Mas aqui se encerra um ciclo dando espaço para outro, mais difícil e cheio de responsabilidades.

Portanto, é com imensa satisfação que entrego a minha Monografia Final Para a Conclusão do Curso, e de coração, agradeço a todos aqueles que contribuíram para sua realização. Aos pais e família, sempre presentes nas horas em que nós mais precisamos, aos amigos, porque sem eles a vida é muito mais difícil, a minha namorada e aos professores do Curso de Geoprocessamento da UFMG, que com toda sua paciência nos ensinaram a arte do Geoprocessamento, mas em especial ao professor Luciano Dutra e aos irmãos e monitores Charles e Christian Freitas, que contribuíram em muito para este trabalho.

Garanto a todos vocês, que caminharam junto comigo e fizeram com que esse momento acontecesse e um novo profissional surgisse, que vocês contribuíram para um mundo melhor!

A todos vocês o meu MUITO OBRIGADO!!!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Justificativa	9
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivo Específico	11
2. REVISÃO LITERÁRIA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS	12
2.1 A Lagoa Central De Lagoa Santa	12
2.1.1 Sistema De Drenagem	14
2.2 Poluição	16
2.2.1 Poluição Hídrica	17
2.2.2 Principais Fontes	17
2.2.3 Principais Características Dos Efluentes Líquidos	19
2.2.4 Padrões de Lançamento de Efluentes Líquidos	19
2.3 Satélite Cbers	21
2.3.1 História Do Cbers	21
2.3.2 Grade De Localização Das Cenas Cbers	23
3. MATERIAS	24
3.1 Materiais	24
3.1.1 Coleta das Amostras	24
3.1.2 Imagens De Satélite	25
3.1.3 Spring Versão 4.1	25
3.2 Métodos	26
3.2.1 Georreferenciamento das Imagens	26
3.2.2 Criação dos buffers no Spring	27
3.2.3 Análise Da Imagem	28
3.3 Relatórios gerados	29
3.3.1 Relatório Ponto 01	29
3.3.2 Relatório Ponto 02	29
3.3.3 Relatório Ponto 03	29
3.3.4 Relatório Ponto 04	30
3.3.5 Relatório Ponto 05	30
3.3.6 Relatório Ponto 06	30
3.3.7 Relatório Ponto 07	31

4. RESULTADOS	
4.1 Gráficos Gerados A Partir Da Média	33
4.2 Gráficos Gerados A Partir Da Moda	36
4.3 Regressão Linear	39
4.4 Correlação Estatística	39
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	41
5.1 Média	41
5.2 Moda	42
6. CONCLUSÃO	43
7. BIBLIOGRAFIA	44

LISTA DE FOTOS

Foto 01 - Lagoa Central de Lagoa Santa	12
Foto 02 - Fauna da Lagoa Central de Lagoa Santa	13
Foto 03 - Esgoto sanitário enviado bruto a Lagoa Central de Lagoa Santa	14

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Rede drenagem da Lagoa Central de Lagoa Santa	16
Figura 02 - Grade de localização das cenas do CBERS	23
Figura 03 - Imagens do CBERS bandas <i>RED</i> , <i>BLUE</i> e <i>GREEN</i> . (INPE, Nov/2004)	25
Figura 04 - Georreferenciamento dos Pontos na Lagoa utilizando o ENVI	27
Figura 05 - Criação dos Búfers no Spring	28
Figura 06 - Recorte dos Búfers no Spring	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Padrões de Lançamento de Efluentes Líquidos - Reprodução parcial	20
Tabela 02 - Coordenadas dos pontos de amostragem na Lagoa	24
Tabela 03 - Tabela resultados MODA bandas 2, 3 e 4 do CBERS e resultados DBO e DQO	32
Tabela 04 - Tabela resultados Média bandas 2, 3 e 4 do CBERS e resultados DBO e DQO	32
Tabela 05 - Regressão Polinomial da MÉDIA entre as Bandas 2, 3 e 4 e os resultados de DBO e DQO	39

Tabela 06 - Regressão Polinomial da MODA entre as Bandas 2, 3 e 4 e os resultados de DBO e DQO	39
Tabela 07 - Correlação Estatística da MÉDIA entre as Bandas 2, 3 e 4 e os resultados de DBO e DQO	39
Tabela 08 - Correlação Estatística da MODA entre as Bandas 2, 3 e 4 e os resultados de DBO e DQO	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Gráfico dispersão da Média da Banda 2 x DBO e linha de tendência com regressão polinomial	33
Gráfico 02 - Gráfico dispersão da Média da Banda 2 x DQO e linha de tendência com regressão polinomial	33
Gráfico 03 - Gráfico dispersão da MÉDIA da Banda 3 x DBO e linha de tendência com regressão polinomial	34
Gráfico 04 - Gráfico dispersão da MÉDIA da Banda 3 x DQO e linha de tendência com regressão polinomial	34
Gráfico 05 - Gráfico dispersão da MÉDIA da Banda 4 x DBO e linha de tendência com regressão polinomial	35
Gráfico 06 - Gráfico dispersão da MÉDIA da Banda 4 x DQO e linha de tendência com regressão polinomial	35
Gráfico 07 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 2 x DBO e linha de tendência com regressão polinomial	36
Gráfico 08 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 2 x DQO e linha de tendência com regressão polinomial	36
Gráfico 09 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 3 x DBO e linha de tendência com regressão polinomial	37
Gráfico 10 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 3 x DQO e linha de tendência com regressão polinomial	37
Gráfico 11 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 4 x DBO e linha de tendência com regressão polinomial	38
Gráfico 12 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 4 x DQO e linha de tendência com regressão polinomial	38
Gráfico 13 - Gráfico comprimento de onda e Reflectância	41
ANEXO I - Resultado das Análise Físico-químicas	

RESUMO

O presente trabalho tem como finalidade analisar a poluição da água na Lagoa Central de Lagoa Santa utilizando ferramentas do Sensoriamento Remoto. A conservação e o uso racional da água são desafios que tomam conta do cenário mundial, dentro desta perspectiva novas propostas e estudos vêm sendo desenvolvidos na linha do desenvolvimento sustentável. A proposta é viabilizar a utilização de imagens de satélite na análise da poluição em cursos d'água, criando um modelo de aplicação único de classificação da Poluição Hídrica . A metodologia utilizada é um procedimento preliminar ou preparatório, que visa proporcionar maiores informações sobre a poluição da Lagoa Central do município de Lagoa Santa, facilitando a delimitação do tema trabalhado, definindo os objetivos e formulando diversas hipóteses de pesquisas, descobrindo novos tipos de enfoque para o trabalho aqui proposto.

1. INTRODUÇÃO

Apresentam-se a seguir os motivos e circunstâncias que levaram à elaboração e execução do Projeto “Análise Da Poluição Hídrica da Lagoa Central do Município de Lagoa Santa Utilizando Ferramentas do Sensoriamento Remoto, quais são seus objetivos.

1.1 Justificativa

Nas três últimas décadas do século passado os prejuízos causados pela adoção de um modelo de desenvolvimento econômico desigual, que exclui pessoas e principalmente esgota os recursos naturais, saíram do campo da discussão para a ação. Os movimentos ambientalistas e o interesse da população pela preservação ambiental rompem fronteiras físicas e ideológicas e aos poucos vão mudando a consciência das pessoas. A ânsia de acumular riquezas, levada às últimas consequências com a exploração descontrolada dos recursos naturais, eleva a índices alarmantes a degradação ambiental. A esse quadro se soma a concentração espacial da população no meio urbano (KOHLER & PILÓ, 1991).

Dentro desta perspectiva, a busca a qualquer custo do desenvolvimento e do acúmulo de riqueza levaram municípios como o de Lagoa Santa a degradar e poluir um dos seus maiores patrimônios que é a Lagoa Central, que é o objetivo deste estudo.

Nas últimas duas décadas, o município de Lagoa Santa acompanhou todo o desenvolvimento da região metropolitana de Belo Horizonte, onde esta inserido, e com ele vieram os impactos ambientais frutos de um modelo de desenvolvimento insustentável.

Durante anos a cidade contou com a inexistência de políticas públicas voltadas para o saneamento urbano e a educação ambiental. Com isso, todo o esgoto sanitário gerado no município até a década de 90, era despejado bruto, ou sem qualquer tipo de tratamento, no leito do maior patrimônio natural do município que é a Lagoa Central. Pode-se somar-se a isto a contaminação da água através do escoamento superficial e/ou de infiltração.

Sem fugir da realidade brasileira, o município de Lagoa Santa conta com poucos e escassos recursos financeiros, vivendo praticamente de repasses dos governos Estadual e Federal. Sendo assim, projetos de âmbito ambiental na maioria das vezes esbarram na falta de recursos financeiros. A maior prova disto é que a cidade conta com um projeto de desenvolvimento sustentável voltado para o meio ambiente a mais de cinco anos, elaborado em parceria com o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente - IBAMA, e até hoje não foi posto em prática.

Cabe ressaltar ainda que o município sofre grande especulação imobiliária através da implantação de loteamentos e condomínios sem qualquer preocupação com o meio ambiente.

Neste sentido ações e projetos para o controle da poluição da Lagoa Central de Lagoa Santa são inexistentes por esbarrarem na falta de verbas e principalmente de vontade política. Estes projetos exigem profissionais altamente especializados, trabalhos de campo e onerosas análises laboratoriais. Para a execução de um projeto desses o profissional teria de ir diversas vezes ao mês coletar amostras de água da Lagoa, envia-las a um laboratório qualificado e aguardar por um longo período o resultado das análises.

Buscando novas alternativas para o solução deste problema, o presente trabalho tem como objetivo, o controle e o mapeamento da poluição ca Lagoa Central de Lagoa Santa utilizando ferramentas do Sensoriamento Remoto, que num primeiro momento demandariam estudos e pesquisa até a criação de um modelo de classificação da poluição utilizando imagens de satélite.

A proposta é utilizar imagens do Satélite Sino-brasileiro CBERS, cedidas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e o Software “Free” Spring, também desenvolvido pelo INPE no Geoprocessamento dos Dados.

Para a execução do trabalho foram analisadas sete amostras de água, coletadas em sete diferentes pontos da lagoa. Os pontos de coleta foram georeferenciados nas Imagens do CBERS, e os resultados das análises laboratoriais da amostras coletadas foram cruzados com as imagens de satélite.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo o estudo de novas alternativas para o monitoramento da qualidade da água em corpos hídricos receptores como rios, lagos e cursos d'água e neste estudo a Lagoa Central de Lagoa Santa. Criando modelo único de aplicação utilizando o Software Freee Spring e Imagens do Satélite Sino-brasileiro CBERS cedidas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

Estudos convencionais para o controle da poluição em corpos hídricos receptores são onerosos e complexos, no caso de município pequenos como Lagoa Santa ficam quase impossíveis devido a questões orçamentarias e principalmente vontade política.

Sendo assim, os baixos custos do monitoramento da qualidade da água através de sensoriamento remoto viabiliza a sua execução por parte dos órgãos públicos ou quaisquer segmentos interessados no desenvolvimento sustentável e a preservação do meio ambiente. Permitirá também um aprofundamento nesta área ainda muito pouco explorada.

1.2.2 Objetivo Específico

Os objetivos específicos do presente do presente trabalho são:

- Coleta e análise físico-química em sete diferentes pontos da Lagoa Central de Lagoa Santa.
- Construção de gráficos de dispersão demonstrando a correlação entre as três bandas da imagens de satélite e o resultado das análises físico químicas da água da Lagoa Central de Lagoa Santa.

2. REVISÃO LITERÁRIA E FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 A Lagoa Central De Lagoa Santa

A Lagoa Central de Lagoa Santa ou Lagoa Santa, situada no município homônimo, localiza-se a 38 quilômetros ao norte da cidade de Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais

A Lagoa é uma das importantes atrações da conhecida Região do Planalto de Lagoa Santa cuja fama vem desde 1713 quando os bandeirantes se estabeleceram na região e atribuíram poderes milagrosos às suas águas (ver foto 01). Desde essa época, crônicas antigas atestam a perenidade da lagoa (KOHLENER, 1978; CARVALHO ET AL, 1977).



Foto 01 – Lagoa Central de Lagoa Santa (*Foto: Gustavo Godoy, 2003*)

A lagoa apresenta um perímetro de 7 km e profundidade média de 6m. Sua bacia abrange área de 11,337 km² além de 1,3 km² ocupados pela própria lagoa.

Análises climáticas de um ciclo curto de 10 anos (COPAER- BH,1980), realizadas por ocasião da implantação do Aeroporto Internacional de Confins, registraram um índice

pluviométrico médio anual de 1381 mm, com uma máxima diária de 162mm e um total anual de 105 dias de chuvas. O mês mais chuvoso é janeiro, e o mais seco, agosto. Apenas 20% das chuvas têm duração superior a 4 horas. A média termométrica anual foi de 20,8°C, com uma média máxima de 27,2°C, e uma média mínima de 15,4°C. A temperatura máxima registrada foi de 35,9°C e a mínima de 2°C.

Warming (1863), estudou pela primeira vez a fauna e a flora do cerrado e sua obra lançou as primeiras bases para o desenvolvimento da ecologia, partindo de observações do relacionamento entre diferentes espécies e o meio físico. Assim, Lagoa Santa é conhecida também como berço da ecologia vegetal e animal (ver foto 2).



Foto 02 – Fauna da Lagoa Central de Lagoa Santa (Foto: www.lagoasanta.com.br, 2003)

Trata-se, portanto, de um dos mais belos recantos turísticos-científicos do país, cuja preservação deverá sempre figurar entre as prioridades dos planejadores (KOHLER & PILÓ, 1991).

Por estar próxima ao centro urbano da capital Belo Horizonte vem sofrendo, nos últimos anos. Com o conflito entre o avanço desenfreado da metrópole e a necessidade de sua preservação ambiental. Os loteamentos e condomínios deixam grandes cicatrizes na paisagem, o solo está sendo ocupado de modo irracional, as várzeas dos ribeirões estão descaracterizadas e as lagoas, incluindo a Lagoa Santa, trocaram suas águas miraculosas por águas poluídas e insalubres (ver foto 3).



Foto 03 – Esgoto sanitário enviado bruto a Lagoa Central de Lagoa Santa (Foto: Gustavo Godoy, 2002)

2.1.1 Sistema De Drenagem

A Lagoa Santa localize-se em grande depressão fechada na cota de 740 m. Sua profundidade máxima está em torno de 6 a 7 metros. Apresenta-se com uma forma

triangular, onde os lados do triângulo são paralelos aos grandes lineamentos estruturais da região (NE-SW e NW-SE), que delimitam toda a bacia. Já os vértices do triângulo, que apontam para N,SW esse da bacia, coincidem com os vales normalmente receptores das águas que a abastecem.

A zona litorânea, estreita nos lados sul e oeste e mais larga a leste, já foi totalmente transformada, com todo o entorno, pela urbanização. Cinco área de assoreamento são reconhecidas junto às margens.

Toda a bacia de drenagem da Lagoa Santa está ligada ao sistema fluvial do Rio das Velhas. A lagoa é abastecida principalmente pelas águas pluviais e pelo Córrego Francisco Pereira que nasce no lado SE. Sabe-se que as águas do Córrego Francisco Pereira desaparece nos anos em que a seca é mais prolongada. Antes de alcançar a Lagoa Santa o Francisco Pereira abastece a pequena Lagoa dos Pereiras.

O córrego Bebedouro, no vértice norte, deságua no Rio das Velhas após receber as águas da Lagoa Santa durante a cheia funcionando como sangradouro. Além das águas de Lagoa Santa, o Bebedouro, durante seu curso até as velhas, é abastecido por pequenos afluentes, a maioria composta por córregos intermitentes. Um dos poucos córregos perenes que deságuam no Bebedouro nasce a nordeste da bacia, na montante do Morro do Cruzeiro, no alto da propriedade da Febem denominado, neste trabalho, como Córrego da Febem.

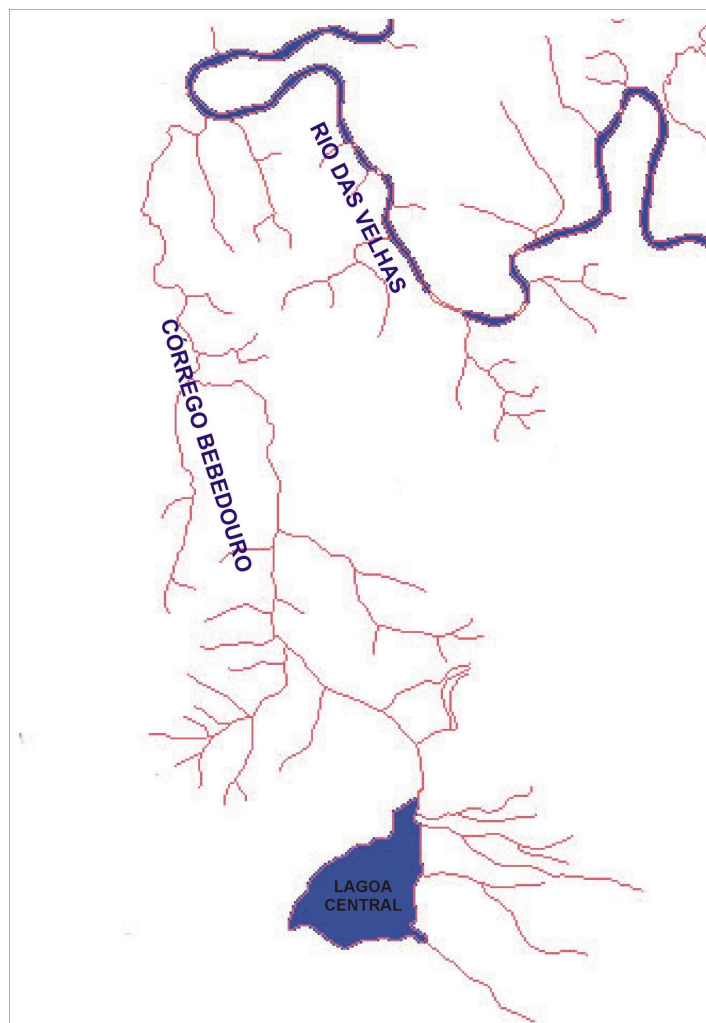


Figura 01 – Rede drenagem da Lagoa Central de Lagoa Santa (*Fonte: GEOMINAS, 2004*)

2.2 Poluição

A poluição resulta do lançamento ou liberação, no meio ambiente, de matéria ou energia, em quantidade ou intensidade tais que tornem impróprio às formas de vida que ele normalmente abriga, ou prejudiquem os seus usos.

Existe diversas formas de poluição entre a quais pode-se citar:

- Poluição do ar;
- Poluição do solo;
- Poluição sonora;
- Poluição acidental;
- Poluição visual;
- Poluição da água ou hídrica

2.2.1 Poluição Hídrica

A poluição de água resulta da introdução de resíduos na mesma, na forma de matéria ou energia, de modo a torná-la prejudicial ao homem e a outras formas de vida, ou imprópria para um determinado uso estabelecido para ela.

Este é um conceito amplo, que associa poluição aos usos da água, e não somente aos danos que ela pode causar aos organismos. É, portanto, um conceito relativo. Uma água pode ser considerada poluída para determinado uso e não ser para outro.

Quando a poluição da água resulta em prejuízos à saúde do homem, diz-se que a mesma está contaminada. Assim, contaminação é um caso particular de poluição. Uma água está contaminada quando contém microorganismos patogênicos ou substâncias químicas ou radioativas, causadores de doenças e/ou morte ao homem.

2.2.2 Principais Fontes

Os poluentes podem alcançar as águas superficiais ou subterrâneas através do lançamento direto, precipitação, escoamento pela superfície do solo ou infiltração.

As fontes de poluição da água podem ser localizadas (pontuais), quando o lançamento de carga poluidora é feito de forma concentrada, em determinado local, ou não localizadas (difusas), quando os poluentes alcançam um manancial de modo disperso, não se determinando um ponto específico de introdução.

Como exemplo de fontes localizadas, citam-se as tubulações emissárias de esgotos domésticos ou industriais e as galerias de águas pluviais. Como fonte não localizadas, podem ser incluídas as águas do escoamento superficial ou de infiltração.

As principais fontes de poluição de água são:

De águas superficiais:

- esgotos domésticos;
- esgotos industriais;
- águas pluviais, carreando impurezas da superfície do solo ou contendo esgotos lançados nas galerias;
- resíduos sólidos (lixo);
- agrotóxicos;
- fertilizantes;
- detergentes;
- precipitação de poluentes atmosféricos;
- alterações nas margens dos mananciais, provocando o carreamento de solo, como consequência da erosão.

De águas subterrâneas:

- infiltração de esgotos a partir de sumidouros ou valas de infiltração (fossas sépticas);
- infiltração de esgotos depositados em lagoas de estabilização ou em outro sistema de tratamento usando disposição no solo;
- infiltração de esgotos aplicados no solo em sistema de irrigação;
- percolação do chorume resultante de depósito de lixo no solo;
- infiltração de águas contendo agrotóxicos, fertilizantes, detergentes e poluentes atmosféricos depositados no solo;
- infiltração de outras impurezas presentes no solo;
- infiltração de água superficiais poluídas;
- vazamento de tubulações ou depósitos subterrâneos;
- injeção de esgotos no subsolo;
- intrusão de água salgada;
- resíduo de outras fontes: cemitérios, minas, depósitos de material radioativo.

2.2.3 Principais Características Dos Efluentes Líquidos

As características físicas, químicas e biológicas dos efluentes líquidos sanitários e industriais variam quantitativa e qualitativamente em função do tipo de utilização da água na fonte de poluição. As principais características são:

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):

indica a quantidade de matéria orgânica que pode ser biologicamente degradada presente no efluente. É um importante parâmetro utilizado no controle da poluição e comumente a concentração de DBO é referenciada como sendo a carga orgânica do efluente.

Demanda Química do Oxigênio (DQO):

Indica a quantidade de matéria orgânica biodegradável e não biodegradável presente no efluente. Como a DBO, também é um importante parâmetro de controle da poluição, sendo que uma DQO elevada pode indicar a presença de compostos tóxicos no efluente.

2.2.4 Padrões de lançamento de efluentes líquidos - Segundo Deliberação Normativa DN nº 010/1986 do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM/MG

Os padrões de lançamento de efluentes líquidos, de forma direta ou indireta, nos cursos d'água do Estado de Minas Gerais são estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº010/86. Assim, toda fonte de poluição deve promover a adequação do efluente a ser descartado aos limites máximos descritos na tabela 1, por meio do gerenciamento das atividades para redução do potencial poluidor dos despejos ou pela implantação de um sistema de tratamento.

Padrões de Lançamento de Efluentes nas Coleções de Águas - DN COPAM n.º010/86	
<i>Condições de lançamento de efluentes direta ou indiretamente nos corpos de água</i>	
Não será permitido o lançamento de poluentes Ausência de águas residuárias, Domésticas e industriais, lixo e outros resíduos sólidos, Substâncias potencialmente tóxicas, defensivos agrícolas, fertilizantes químicos e outros poluentes, mesmo tratados.	
Os limites estabelecidos para as respectivas classes não devem ser ultrapassados	
DBO5	No máximo de 60 mg/l ou 85% de remoção
DQO	No máximo de 90 mg/l ou 90% de remoção

Tabela 01 - Padrões de Lançamento de Efluentes Líquidos. Reprodução parcial.

FEAM,2003

Os parâmetros mais utilizados na avaliação do impacto ambiental causado pelo lançamento de efluentes nos corpos receptores são a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO e a Demanda Química de Oxigênio - DQO. Esses dois parâmetros representam métodos indiretos, de análises simples e de custo relativamente baixo, para a quantificação do potencial poluidor dos efluentes industriais.

A DBO é o parâmetro tradicionalmente mais usado para a caracterização de águas residuárias brutas e tratada, como também para a caracterização da qualidade dos corpos d'água. A quantidade de matéria orgânica presente, indicada pela DBO, é importante para se conhecer qual o potencial poluidor de um efluente, para o dimensionamento do sistema de tratamento mais adequado e medir a eficiência desse sistema. Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO do curso d'água.

A determinação da DQO permite respostas em um tempo menor (2 horas pelo método dicromático) do que a DBO e engloba toda a matéria que pode ser quimicamente oxidada, em particular sais minerais, sendo preferível para análises de efluentes industriais.

2.3 Satélite Cbers

As imagens de satélite utilizadas no presente trabalho foram cedidas gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial - INPE, obtidas através do CBERS - 1, Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres.

2.3.1 História Do CBERS

Um programa de cooperação foi assinado em 6 de julho de 1988 entre a China e o Brasil para desenvolver dois satélites de observação da Terra. Esse programa conjunto de Satélites Sino-Brasileiros de Recursos Terrestres (CBERS) combina os recursos financeiros e de especialistas dos dois países para estabelecer um sistema completo de sensoriamento remoto, que é competitivo e compatível com o presente cenário internacional. O programa CBERS foi concebido como modelo de cooperação horizontal e intercâmbio entre países em desenvolvimento.

Os satélites CBERS1 e CBERS-2 foram lançados por foguetes chineses da série Longa Marcha a partir da base de lançamento de Shanxi e Taiyuan respectivamente, na Republica Popular da China.

A característica singular dos CBERS é sua carga útil de múltiplos sensores, com resoluções espaciais e frequências de observação variadas. Os dados de múltiplos sensores são especialmente interessantes para acompanhar ecossistemas que requerem alta repetitividade. Os três sensores imageadores a bordo são:

- Imageador de Visada Larga - WFI. O WFI tem uma visada de 900 km no solo, que dá uma visão sinótica com resolução espacial de 260 m e cobre o planeta em menos de 5 dias.
- Varredor Multiespectral Infravermelho. Fornece informações mais detalhadas em uma visada mais estreita, de 120 km, com resolução de 80 e 160 m.

- **Câmara de Alta Resolução - CCD.** Os sensores CCD de alta resolução A câmara CCD de alta resolução (20 m) tem a capacidade adicional de apontamento lateral de $\pm 32^\circ$, que dá frequência de observações aumentada ou visão estereoscópica para uma dada região. Além da carga útil imageadora, o satélite leva um sistema de coleta de dados (DCS – Data Collection System) para retransmitir dados ambientais colhidos no solo; um monitor do ambiente espacial (SEM) para detecção de radiação de alta energia no espaço; e um gravador de fita de alta densidade (HDTR) experimental para gravação de imagens a bordo.

Altitude média	778 km
Inclinação	98,504 graus
revoluções por dia	14+ 9/26
Período nodal	100,26 minutos
Hora solar médio no nó descendente	10h 30 min
Frequencia de revisita de um mesmo local	26 dias

- **Parâmetros dos instrumentos imageadores**

Especificações	CCD	IR-MSS	WFI
Bandas Espectrais (μm)	0,51 - 0,73 (pan) 1 - 0,45 - 0,52 B 2 - 0,52 - 0,59 G 3 - 0,63 - 0,69 R 4 - 0,77 - 0,89 IR	0,50 - 1,10 (pan) 1,55 - 1,75 2,08 - 2,35 10,40 - 12,50	0,63 - 0,69 0,76 - 0,90
Campo de Visada	8,3°	8,8°	60°
Resolução Espacial (m)	20	80 (pan e IV)	260
Res. Temporal (Nadir):	26 dias	26 dias	3 - 5 dias
Res. Temporal (Fora do Nadir):	3 dias (+/- 32°)	-	-
Largura da Faixa Imageada	113 km	120 km	890 km
Capacidade de Visada Lateral	+/- 32°	-	-

2.3.2 Grades de Localização das Cenas CBERS

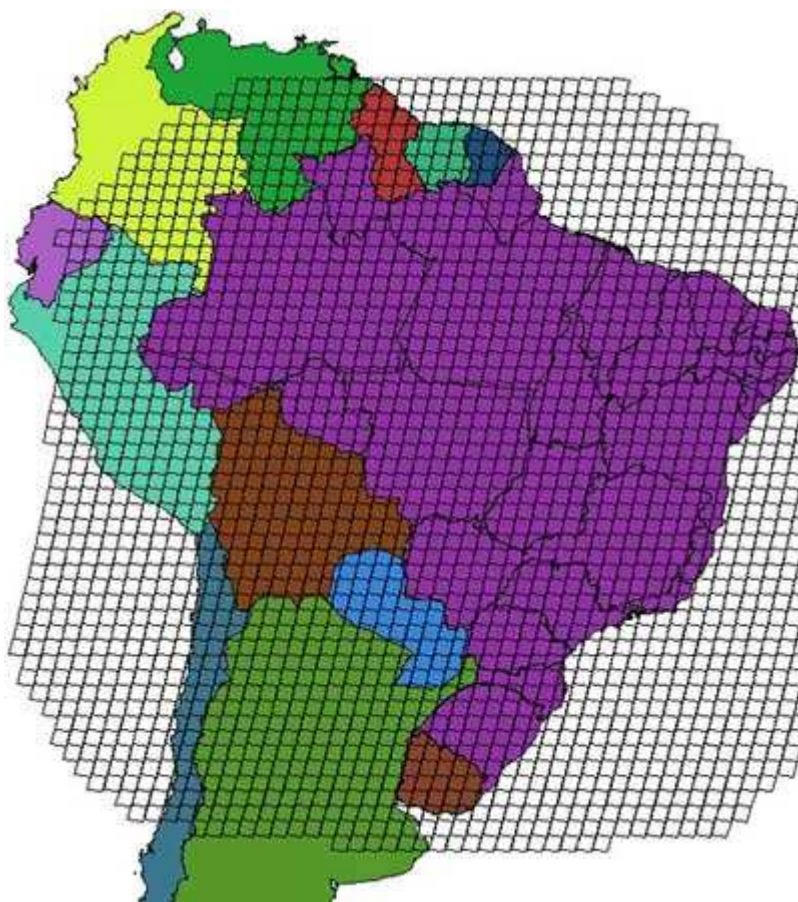


Figura 02 – Grade de localização das cenas do CBERS.

3. MATERIAS e MÉTODOS

3.1 Materiais

A execução do trabalho foi dividida em etapas, objetivando disciplinar e racionalizar as ações e procedimentos, otimizado o desempenho e a qualidade das ações, conforme a itemização a seguir:

3.1.1 Coleta das Amostras

A coleta de amostras da água da Lagoa Central de Lagoa Santa, foi realizada em 10/11/2004 pelo autor do presente trabalho em conjunto com representantes do IBAMA/Lagoa Santa, em sete pontos diferentes cuja as coordenadas geográficas, retiradas através de Sistema de Posicionamento Global - GPS, encontram-se no tabela abaixo:

Pontos de Amostragem - Coordenadas (WGS 84)				
Nº ponto	Geográficas		UTM	
	Latitude	Longitude	X	Y
1	19° 38' 09,2"	43° 53' 55,5"	615.522	7828.432
2	19° 38' 33,6"	43° 53' 10,9"	615.109	7827.839
3	19° 38' 33,6"	43° 53' 17,6"	615.505	7827.553
4	19° 38' 38,0"	43° 53' 53,9"	616.305	7827.529
5	19° 37' 43,9"	43° 53' 22,1"	616.750	7827.679
6	19° 38' 38,6"	43° 53' 26,4"	616.566	7828.301
7	19° 38' 29,4"	43° 54' 08,1"	616.443	7829.211

Tabela 02 - Coordenadas dos pontos de amostragem na Lagoa.

A análise físico-química das amostras foi realizada pelo Laboratório Hidrocepe - Serviços de Qualidade, credenciado pelo Instituto Nacional de Pesos e Medidas - INMETRO, e os resultados obtidos foram:

Ponto nº 01:	DQO = 16,60 mg/l	DBO = 04,26 mg/l
Ponto nº 02:	DQO = 32,32 mg/l	DBO = 13,09 mg/l
Ponto nº 03:	DQO = 12,12 mg/l	DBO = 02,46 mg/l
Ponto nº 04:	DQO = 28,28 mg/l	DBO = 04,68 mg/l
Ponto nº 05:	DQO = 16,00 mg/l	DBO = 11,02 mg/l
Ponto nº 06:	DQO = 16,00 mg/l	DBO = 10,89 mg/l
Ponto nº 07:	DQO = 12,00 mg/l	DBO = 03,44 mg/l

O resultado original do laboratório encontra-se no anexo I deste estudo.

3.1.2 Imagens De Satélite

As imagens de satélite do CBRES 01 foram solicitadas gratuitamente junto ao site do INPE, e são datadas do mês de Novembro de 2004, mesma data da coleta das amostra da água da lagoa (ver figura 03). Foram adquiridas três bandas, a banda vermelha (*RED*), a azul (*BLUE*) e a verde (*GREE*). A banda Pancromática não foi utilizada.



Figura 03 – Imagens do CBERS bandas *RED*, *BLUE* e *GREE*. (INPE, Nov/2004)

3.1.3 Spring Versão 4.1

O SPRING versão 4.0 é um banco de dados geográfico de 2ª geração, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) para ambientes UNIX e Windows. As suas principais características são: operar como um banco de dados geográfico sem fronteiras e suportar grande volume de dados (sem limitações de escala, projeção e fuso), mantendo a identidade dos objetos geográficos ao longo de todo banco; E administra tanto

dados vetoriais como dados matriciais (“raster”), e realizar a integração de dados de Sensoriamento Remoto num SIG;

Para alcançar estes objetivos, o SPRING é baseado num modelo de dados orientado a objetos, do qual são derivadas sua interface de menus e a linguagem espacial LEGAL. Algoritmos inovadores, como os utilizados para indexação espacial, segmentação de imagens e geração de grades triangulares, garantem o desempenho adequado para as mais variadas aplicações.

Outra característica, considerada extremamente importante, é que a base de dados é única, isto é, a estrutura de dados é a mesma quando o usuário trabalha em um micro computador (IBM-PC) e em uma máquina RISC (Estações de Trabalho UNIX), não havendo necessidade alguma de conversão de dados. O mesmo ocorre com a interface, a qual é exatamente a mesma, de maneira que não existe diferença no modo de operar o produto SPRING.

3.2 Métodos

3.2.1 Georreferenciamento das Imagens

A partir da aquisição das imagens, o passo seguinte foi o georreferenciamento da imagem no Software ENVI, conforme figura 04, utilizando a rede de drenagem do GEOMINAS. Em seguida foram gerados GeoTif's para serem trabalhados no Spring 4.1.

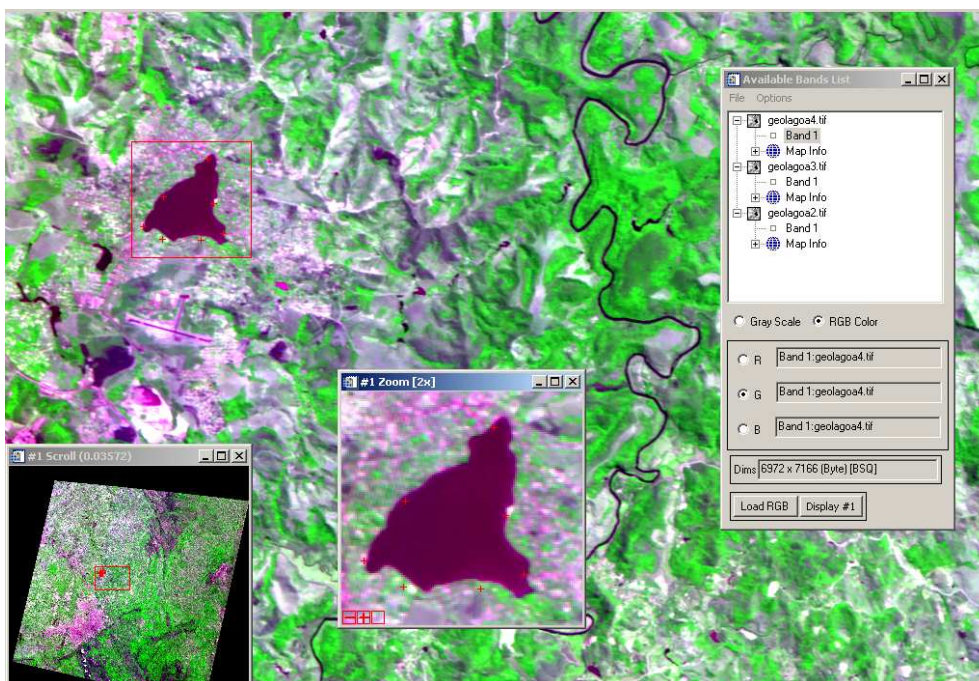


Figura 04 – Georreferenciamento dos Pontos na Lagoa utilizando o ENVI.

3.2.2 Criação dos buffers no Spring

Com os GeoTif's já criados, os três bandas foram levadas para o Spring, para identificação dos pontos onde as amostradas foram coletadas. Para identificar os pontos foram gerados buffers e ficou estabelecido um diâmetro de 300 m² de abrangência para cada ponto, esse diâmetro excedeu o limite da lagoa, e os buffers tiveram de ser recortados (ver figuras 05 e 06).

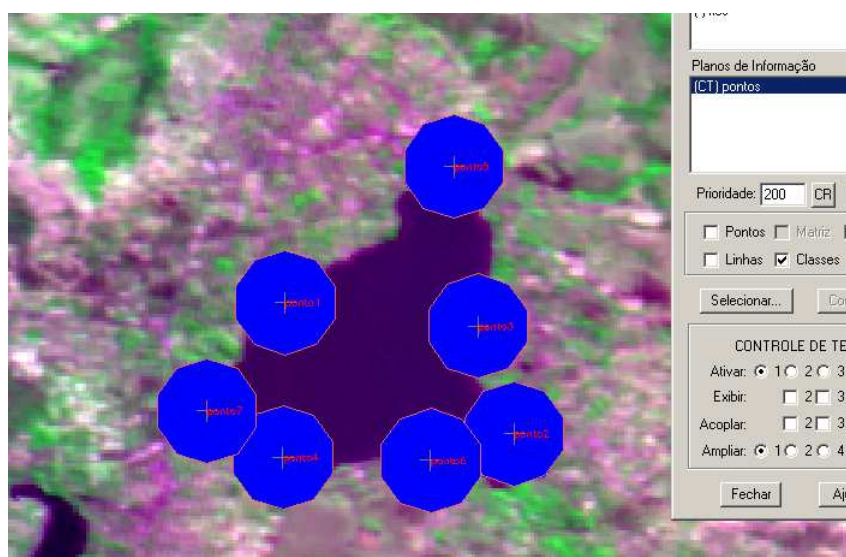


Figura 05 – Criação dos Bufers no Spring.

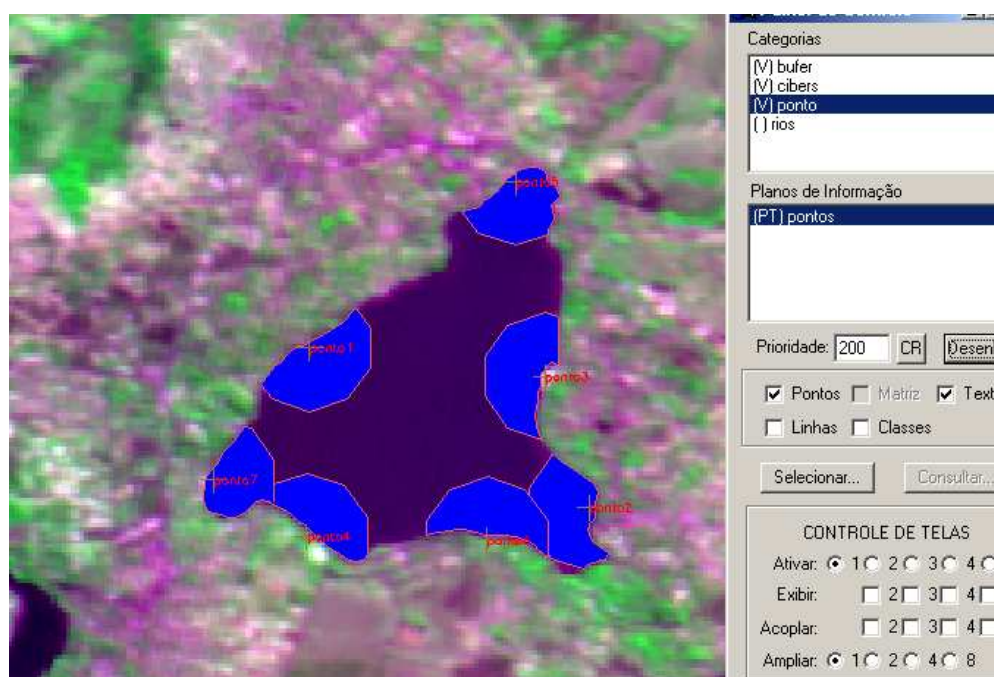


Figura 06 – Recorte dos Bufers no Spring.

3.2.3 Análise Da Imagem

Com os polígonos referentes a cada ponto amostrado já definidos, foi feita a análise da imagem em cada polígono através da ferramenta do Spring de Estatística de Imagem por Polígono, e para cada banda e ponto foram gerados os seguintes relatórios:

3.3 Relatórios gerados

3.3.1 Relatório Ponto 01

Plano Ativo: bufer1_rec
 IMAGEM: banda2realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 359
 MÍNIMO: 81.000000
 MÁXIMO: 131.000000
 AMPLITUDE: 50.000000
 MÉDIA: 91.306407
 VARIÂNCIA: 67.403059
 DESVIO PADRÃO:
 8.209937
 ASSIMETRIA: 2.230895
 CURTOSE: 8.087895
 MEDIANA: 89.000000
 MODA: 86.000000

IMAGEM: banda3realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 359
 MÍNIMO: 50.000000
 MÁXIMO: 125.000000
 AMPLITUDE: 75.000000
 MÉDIA: 64.189415
 VARIÂNCIA: 216.500335
 DESVIO PADRÃO:
 14.713950
 ASSIMETRIA: 2.148702
 CURTOSE: 7.046276
 MEDIANA: 58.000000
 MODA: 58.000000

IMAGEM: banda4realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 359
 MÍNIMO: 0.000000
 MÁXIMO: 73.000000
 AMPLITUDE: 73.000000
 MÉDIA: 1.487465
 VARIÂNCIA: 73.468418
 DESVIO PADRÃO:
 8.571372
 ASSIMETRIA: 6.459340
 CURTOSE: 46.215559
 MEDIANA: 0.000000
 MODA: 0.000000

3.3.2 Relatório Ponto 02

Plano Ativo: bufer2_rec
 IMAGEM: banda2realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 329
 MÍNIMO: 91.000000
 MÁXIMO: 136.000000
 AMPLITUDE: 45.000000
 MÉDIA: 104.726444
 VARIÂNCIA: 53.034695
 DESVIO PADRÃO:
 7.282492
 ASSIMETRIA: 0.978204
 CURTOSE: 3.984428
 MEDIANA: 103.000000
 MODA: 101.000000

IMAGEM: banda3realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 329
 MÍNIMO: 54.000000
 MÁXIMO: 121.000000
 AMPLITUDE: 67.000000
 MÉDIA: 77.705167
 VARIÂNCIA: 207.714638
 DESVIO PADRÃO:
 14.412309
 ASSIMETRIA: 0.655056
 CURTOSE: 2.496616
 MEDIANA: 75.000000
 MODA: 71.000000

IMAGEM: banda4realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 329
 MÍNIMO: 0.000000
 MÁXIMO: 104.000000
 AMPLITUDE: 104.000000
 MÉDIA: 4.613982
 VARIÂNCIA: 265.810901
 DESVIO PADRÃO:
 16.303708
 ASSIMETRIA: 3.880031
 CURTOSE: 17.785901
 MEDIANA: 0.000000
 MODA: 0.000000

3.3.3 Relatório Ponto 03

Plano Ativo: bufer3_rec
 IMAGEM: banda2realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 337
 MÍNIMO: 89.000000
 MÁXIMO: 198.000000
 AMPLITUDE: 109.000000
 MÉDIA: 100.011869
 VARIÂNCIA: 139.541525
 DESVIO PADRÃO:
 11.812770
 ASSIMETRIA: 2.996078
 CURTOSE: 18.223235
 MEDIANA: 96.000000
 MODA: 94.000000

IMAGEM: banda3realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 337
 MÍNIMO: 50.000000
 MÁXIMO: 204.000000
 AMPLITUDE: 154.000000
 MÉDIA: 69.145401
 VARIÂNCIA: 459.791296
 DESVIO PADRÃO:
 21.442745
 ASSIMETRIA: 2.140226
 CURTOSE: 8.956176
 MEDIANA: 58.000000
 MODA: 58.000000

IMAGEM: banda4realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 337
 MÍNIMO: 0.000000
 MÁXIMO: 132.000000
 AMPLITUDE: 132.000000
 MÉDIA: 3.777448
 VARIÂNCIA: 230.227109
 DESVIO PADRÃO:
 15.173237
 ASSIMETRIA: 4.741344
 CURTOSE: 28.000131
 MEDIANA: 0.000000
 MODA: 0.000000

3.3.4 Relatório Ponto 04

Plano Ativo: bufer4_rec
 IMAGEM: banda2realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 286
 MÍNIMO: 84.000000
 MÁXIMO: 143.000000
 AMPLITUDE: 59.000000
 MÉDIA: 95.734266
 VARIÂNCIA: 121.978260
 DESVIO PADRÃO:
 11.044377
 ASSIMETRIA: 2.171942
 CURTOSE: 7.545534
 MEDIANA: 91.000000
 MODA: 91.000000

IMAGEM: banda3realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 286
 MÍNIMO: 50.000000
 MÁXIMO: 137.000000
 AMPLITUDE: 87.000000
 MÉDIA: 64.594406
 VARIÂNCIA: 183.077021
 DESVIO PADRÃO:
 13.530596
 ASSIMETRIA: 2.440727
 CURTOSE: 9.529792
 MEDIANA: 60.000000
 MODA: 58.000000

IMAGEM: banda4realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 286
 MÍNIMO: 0.000000
 MÁXIMO: 129.000000
 AMPLITUDE: 129.000000
 MÉDIA: 2.489510
 VARIÂNCIA: 146.678837
 DESVIO PADRÃO:
 12.111104
 ASSIMETRIA: 6.612223
 CURTOSE: 55.237093
 MEDIANA: 0.000000
 MODA: 0.000000

3.3.5 Relatório Ponto 05

Plano Ativo: bufer5_rec
 IMAGEM: banda2realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 261
 MÍNIMO: 86.000000
 MÁXIMO: 193.000000
 AMPLITUDE: 107.000000
 MÉDIA: 100.708812
 VARIÂNCIA: 294.576422
 DESVIO PADRÃO:
 17.163229
 ASSIMETRIA: 2.316936
 CURTOSE: 9.067268
 MEDIANA: 94.000000
 MODA: 91.000000

IMAGEM: banda3realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 261
 MÍNIMO: 45.000000
 MÁXIMO: 179.000000
 AMPLITUDE: 134.000000
 MÉDIA: 75.203065
 VARIÂNCIA: 878.931683
 DESVIO PADRÃO:
 29.646782
 ASSIMETRIA: 1.381158
 CURTOSE: 3.936072
 MEDIANA: 62.000000
 MODA: 54.000000

IMAGEM: banda4realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 261
 MÍNIMO: 0.000000
 MÁXIMO: 101.000000
 AMPLITUDE: 101.000000
 MÉDIA: 7.187739
 VARIÂNCIA: 383.453080
 DESVIO PADRÃO:
 19.581958
 ASSIMETRIA: 2.845261
 CURTOSE: 10.311688
 MEDIANA: 0.000000
 MODA: 0.000000

3.3.6 Relatório Ponto 06

Plano Ativo: bufer6_rec
 IMAGEM: banda2realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 303
 MÍNIMO: 94.000000
 MÁXIMO: 148.000000
 AMPLITUDE: 54.000000
 MÉDIA: 103.366337
 VARIÂNCIA: 97.650121
 DESVIO PADRÃO:
 9.881808
 ASSIMETRIA: 2.478180
 CURTOSE: 9.371087
 MEDIANA: 101.000000
 MODA: 101.000000

IMAGEM: banda3realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 303
 MÍNIMO: 50.000000
 MÁXIMO: 121.000000
 AMPLITUDE: 71.000000
 MÉDIA: 67.052805
 VARIÂNCIA: 155.281971
 DESVIO PADRÃO:
 12.461219
 ASSIMETRIA: 1.839224
 CURTOSE: 6.658209
 MEDIANA: 62.000000
 MODA: 62.000000

IMAGEM: banda4realce
 Polígono ID: 1
 NUMERO DE PIXEL: 303
 MÍNIMO: 0.000000
 MÁXIMO: 58.000000
 AMPLITUDE: 58.000000
 MÉDIA: 0.600660
 VARIÂNCIA: 23.227417
 DESVIO PADRÃO:
 4.819483
 ASSIMETRIA: 9.714874
 CURTOSE: 103.918191
 MEDIANA: 0.000000
 MODA: 0.000000

3.3.7 Relatório Ponto 07

Plano Ativo: bufer7_rec

IMAGEM: banda2realce

Polígono ID: 1

NUMERO DE PIXEL: 240

MÍNIMO: 84.000000

MÁXIMO: 222.000000

AMPLITUDE: 138.000000

MÉDIA: 100.466667

VARIÂNCIA: 584.526081

DESVIO PADRÃO:

24.176974

ASSIMETRIA: 2.920370

CURTOSE: 12.156152

MEDIANA: 91.000000

MODA: 89.000000

IMAGEM: banda3realce

Polígono ID: 1

NUMERO DE PIXEL: 240

MÍNIMO: 45.000000

MÁXIMO: 192.000000

AMPLITUDE: 147.000000

MÉDIA: 72.283333

VARIÂNCIA: 773.802232

DESVIO PADRÃO:

27.817301

ASSIMETRIA: 2.264967

CURTOSE: 8.104082

MEDIANA: 62.000000

MODA: 58.000000

IMAGEM: banda4realce

Polígono ID: 1

NUMERO DE PIXEL: 240

MÍNIMO: 0.000000

MÁXIMO: 147.000000

AMPLITUDE: 147.000000

MÉDIA: 11.529167

VARIÂNCIA: 923.530526

DESVIO PADRÃO:

30.389645

ASSIMETRIA: 2.752054

CURTOSE: 9.892609

MEDIANA: 0.000000

MODA: 0.000000

4. RESULTADOS

A partir dos relatórios gerados pelo Spring, os resultados laboratoriais de cada ponto para DBO e DQO foram cruzados com a Média e a Moda de cada Banda Espectral afim de obter em cada um deles a Correlação estatística e a Regressão para cada cruzamento.

Sendo assim, foram geradas as seguintes planilhas:

PONTOS	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	MODA		
			BANDA 2	BANDA 3	BANDA 4
1	16,6	4,26	86	58	0
2	32,3	3,09	101	71	0
3	12,2	2,46	94	58	0
4	28,3	4,68	91	58	0
5	16	11,02	91	54	0
6	16	10,89	101	62	0
7	12	3,44	89	58	0

Tabela 03 - Tabela resultados MODA bandas 2, 3 e 4 do CBERS e resultados DBO e DQO.

PONTOS	DQO (mg/l)	DBO (mg/l)	MÉDIA		
			BANDA 2	BANDA 3	BANDA 4
1	16,6	4,26	91,3	64,18	1,48
2	32,3	3,09	104,7	77,7	4,61
3	12,2	2,46	100,1	69,14	3,77
4	28,3	4,68	95,7	64,59	2,48
5	16	11,02	100,7	75,2	7,18
6	16	10,89	103,3	64,05	0,6
7	12	3,44	100,5	72,28	11,52

Tabela 04 - Tabela resultados Média bandas 2, 3 e 4 do CBERS e resultados DBO e DQO.

Para se obter a regressão e a correlação estatística, foi utilizada o Software Microsoft Excel e gerado os seguintes gráficos de dispersão a seguir entre os valores das bandas e os resultados de DBO e DQO.

4.1 Gráficos Gerados a Partir da Média

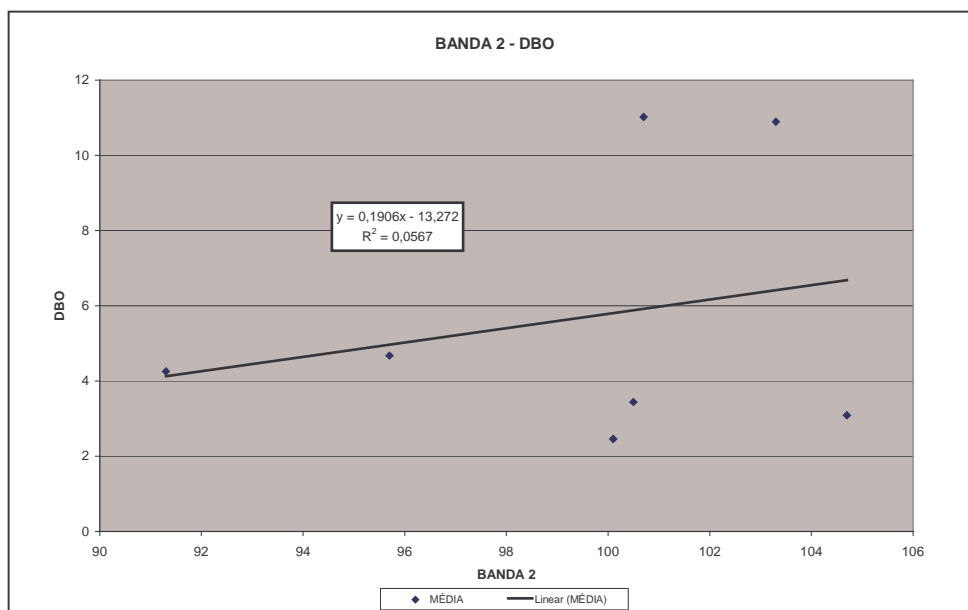


Gráfico 01 - Gráfico dispersão da Média da Banda 2 x DBO e linha de tendência com regressão linear.

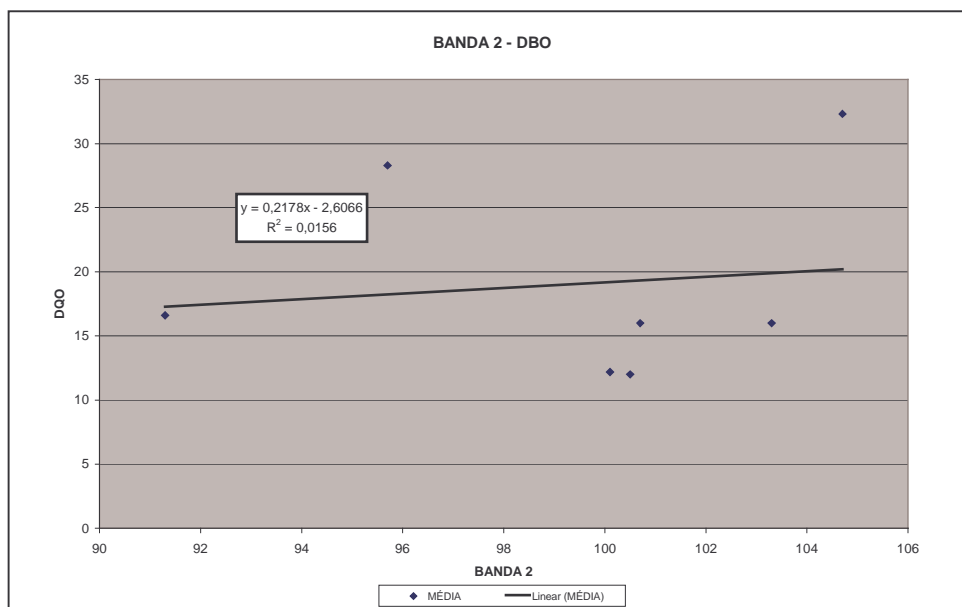


Gráfico 02 - Gráfico dispersão da Média da Banda 2 x DQO e linha de tendência com regressão linear.

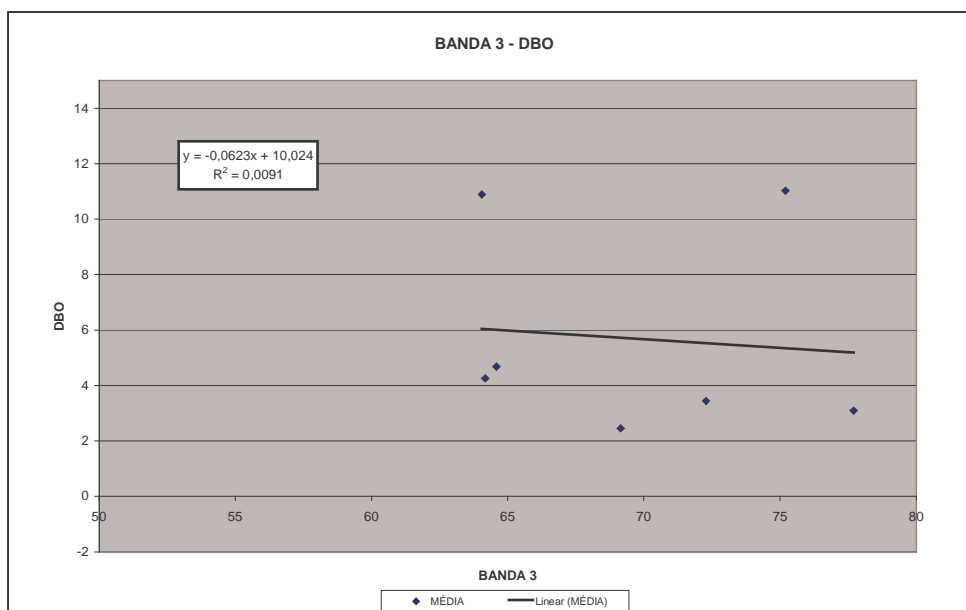


Gráfico 03 - Gráfico dispersão da MÉDIA da Banda 3 x DBO e linha de tendência com regressão linear.

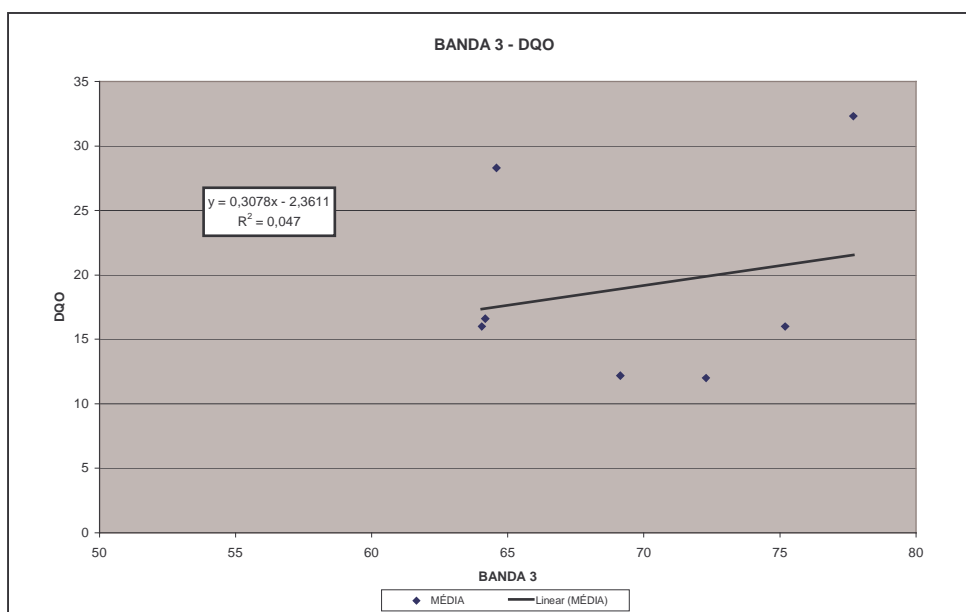


Gráfico 04 - Gráfico dispersão da MÉDIA da Banda 3 x DQO e linha de tendência com regressão linear.

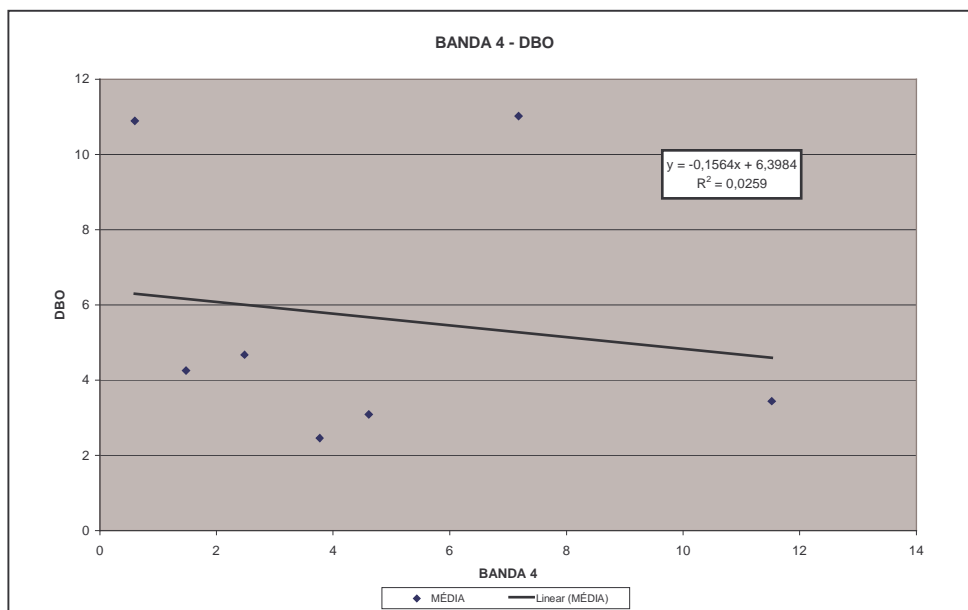


Gráfico 05 - Gráfico dispersão da MÉDIA da Banda 4 x DBO e linha de tendência com regressão Linear.

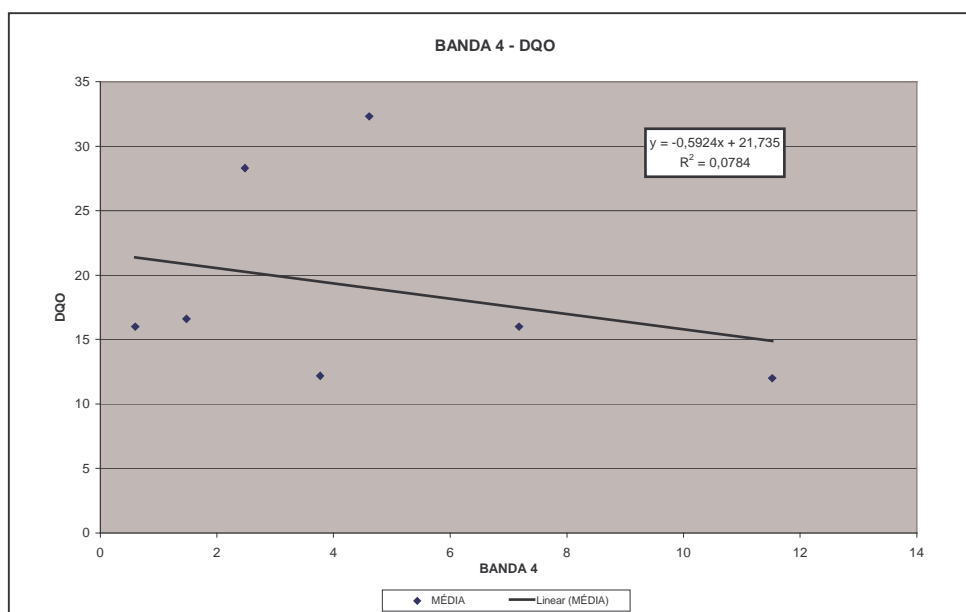


Gráfico 06 - Gráfico dispersão da MÉDIA da Banda 4 x DQO e linha de tendência com regressão linear.

4.2 Gráficos Gerados a Partir da Moda

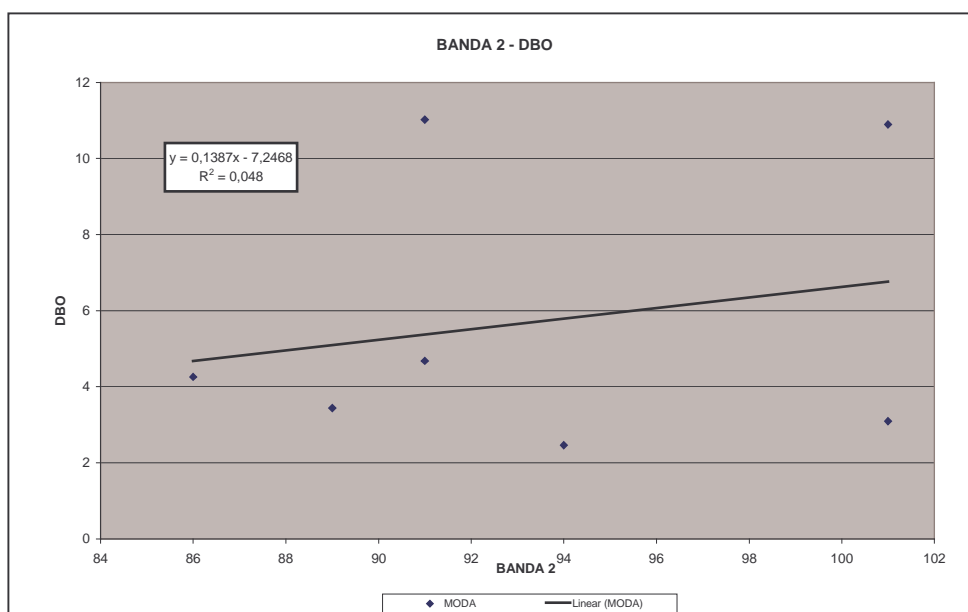


Gráfico 07 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 2 x DBO e linha de tendência com regressão Linear.

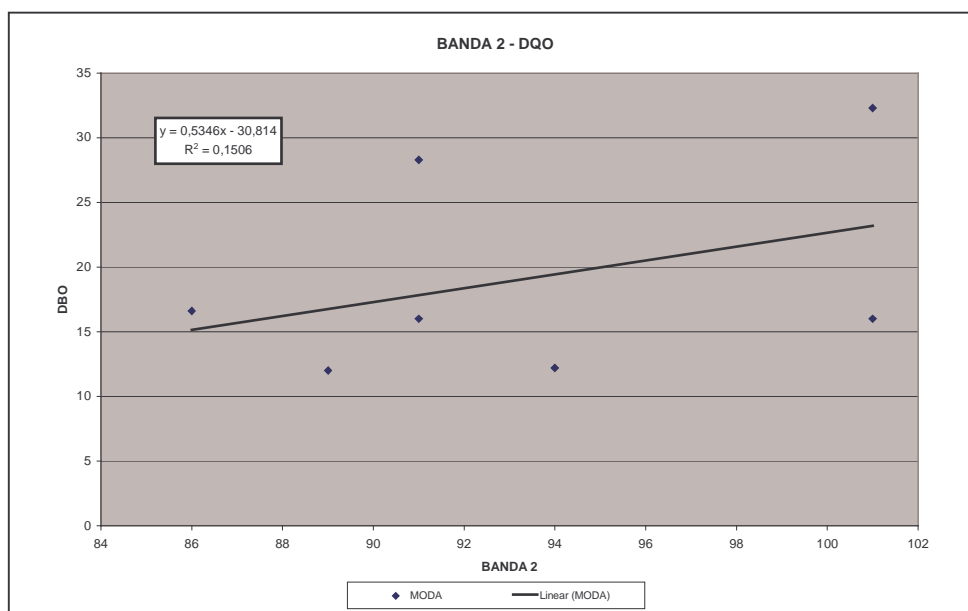


Gráfico 08 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 2 x DQO e linha de tendência com regressão linear.

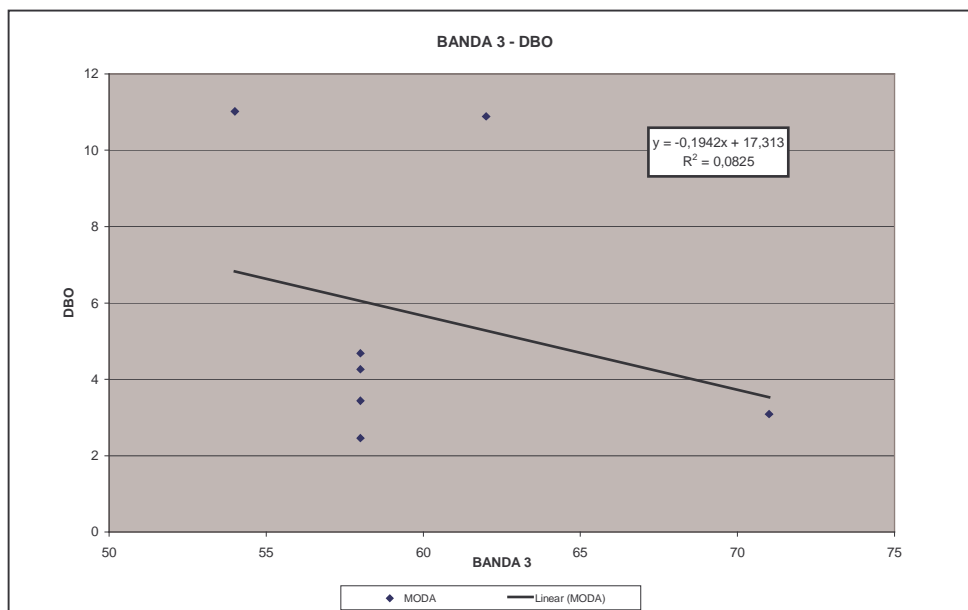


Gráfico 09 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 3 x DBO e linha de tendência com regressão linear.

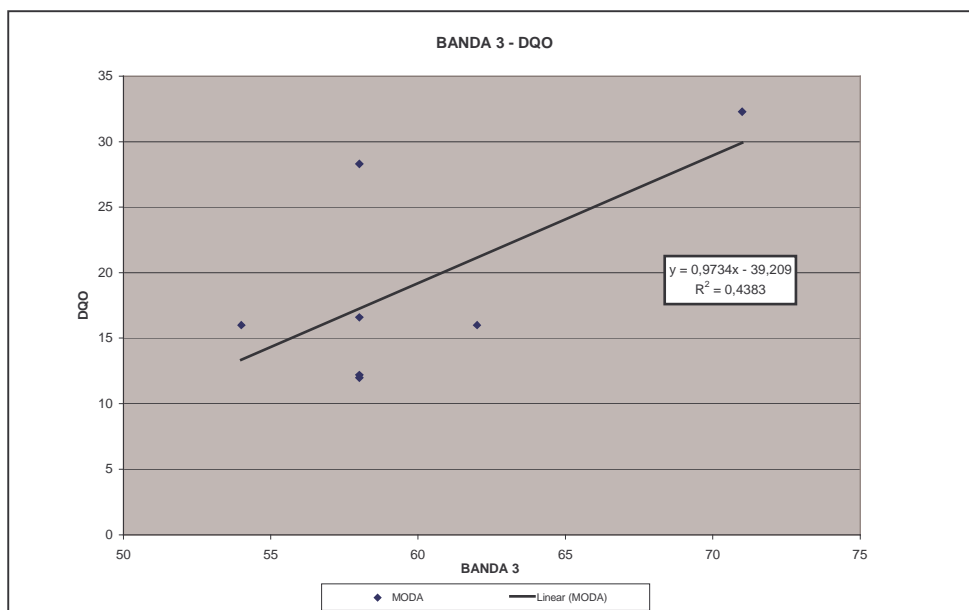


Gráfico 10 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 3 x DQO e linha de tendência com regressão linear.

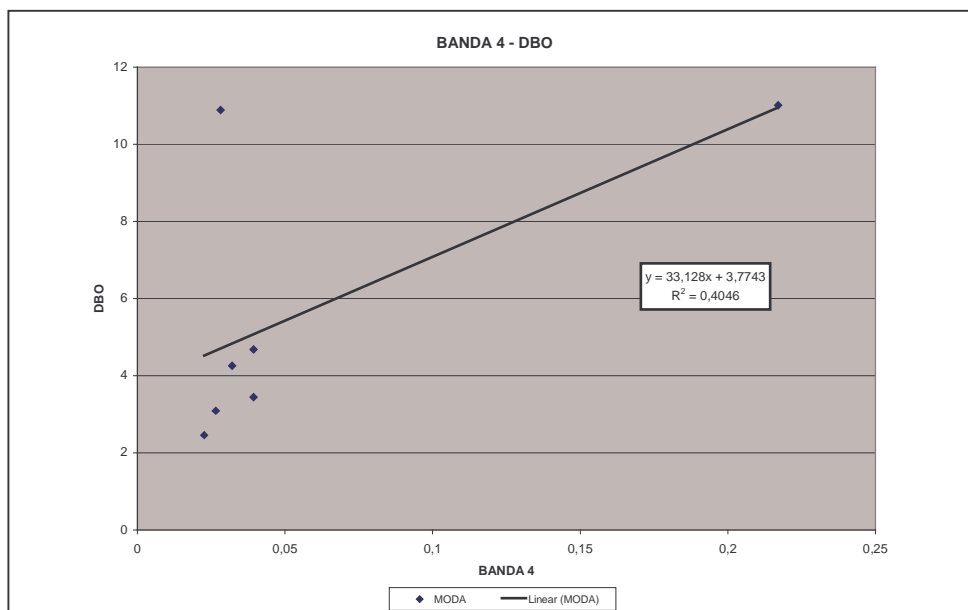


Gráfico 11 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 4 x DBO e linha de tendência com regressão linear.

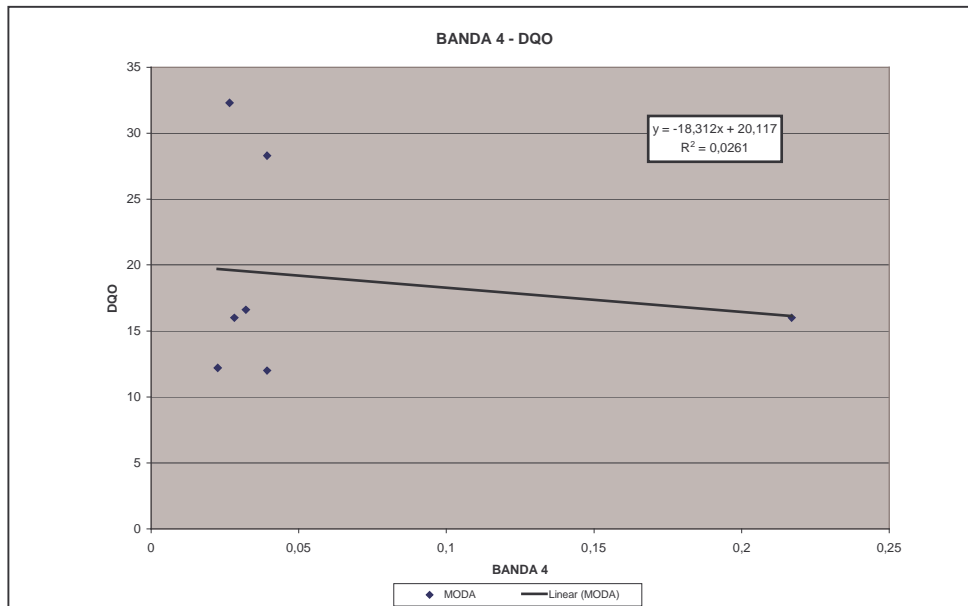


Gráfico 12 - Gráfico dispersão da MODA da Banda 4 x DQO e linha de tendência com regressão polinomial.

4.3 Regressão Linear

Para se obter a regressão, em todos os gráficos foi adicionada a linha de tendência do tipo linear. Os resultados de regressão de cada gráficos, tanto para a média como para a moda, encontram-se na tabela abaixo:

Regressão linear - MÉDIA		
Banda	DBO	DQO
2	0,0567	0,0156
3	0,0091	0,047
4	0,0259	0,0784

Tabela 05 - Regressão Polinomial da MÉDIA entre as Bandas 2, 3 e 4 e os resultados de DBO e DQO.

Regressão linear- MODA		
Banda	DBO	DQO
2	0,048	0,1506
3	0,0825	0,4383
4	0,4046	0,0261

Tabela 06 - Regressão Polinomial da MODA entre as Bandas 2, 3 e 4 e os resultados de DBO e DQO.

4.4 Correlação Estatística

Para complementar e confirmar a regressão Polinomial, foi calculado a Correlação Estatística entre as bandas e os resultados.

CORRELAÇÃO (MÉDIA) - BANDA X RESULTADO					
BANDA 2		BANDA 3		BANDA 4	
DBO	DQO	DBO	DQO	DBO	DQO
0,23807	0,124999233	-0,095387242	0,216751	-0,160849	-0,279987

Tabela 07 - Correlação Estatística da MÉDIA entre as Bandas 2, 3 e 4 e os resultados de DBO e DQO.

CORRELAÇÃO - BANDA X RESULTADOS					
BANDA 2		BANDA 3		BANDA 4	
DBO	DQO	DBO	DQO	DBO	DQO
0,219027	0,3880279	-0,287308054	0,662032	-	-

Tabela 08 - Correlação Estatística da MODA entre as Bandas 2, 3 e 4 e os resultados de DBO e DQO.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Considerando o valor mínimo para a regressão linear de 0,95 a eficácia da metodologia para se analisar a poluição da água através de imagens de satélite variou muito de acordo com:

5.1 Média

Utilizando-se a média, apenas os cruzamentos Banda 2 x DBO e Banda 4 x DQO, que apresentaram os valores 0,0567 e 0,0784 respectivamente, embora tenham ficado bem abaixo do limite foram os que se mostraram mais eficazes.

Comparando os valores obtidos nas bandas 2 e 4 com as bandas espectrais do CBERS e o gráfico de comprimento de onda e reflectância abaixo, podemos associar a reflectância à Vegetal que, em se tratando de DBO e DQO esta relacionado à presença principalmente de algas na água que consomem o Oxigênio.

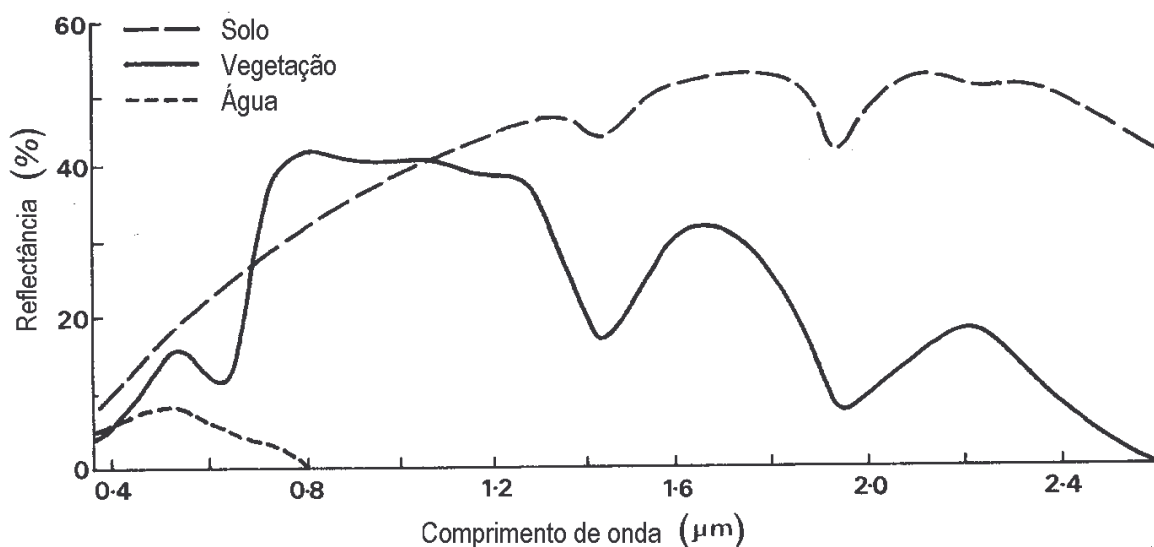


Gráfico 13 - Gráfico comprimento de onda e Reflectância.

5.2 Moda

Para a moda, o cruzamento Banda 3 x DBO apresentou regressão de 0,0825 e o cruzamento da Banda 3 DQO a regressão linear de 0,4383, maior valor obtido em todas as regressões, mesmo estando abaixo do limite de 0,95. Neste caso, através do cruzamento da Banda 3 tanto com a DBO quanto a DQO também fica caracterizado a poluição da água através da presença de algas.

6. CONCLUSÃO

A utilização de ferramentas do sensoriamento remoto, o geoprocessamento e imagens do satélite CBERS no estudo exploratório de análise da água da Lagoa Central de Lagoa Santa, não se mostrou muito eficaz, mas através de alguns resultados obtidos na correlação estatística e na regressão linear entre a as médias e a moda das imagens de satélite com os resultados da DBO e DQO evidenciou que, mesmo pequena, essa relação existe.

Para a realização de um trabalho como este, dentro do que foi proposto, será necessário um estudo mais aprofundado, com um número maior de amostragens e análises laboratoriais, principalmente em locais mais remotos da lagoa, para determinar a qualidade da água e a utilização de novas ferramentas do sensoriamento remoto.

Outro fator importante e necessário a realização deste trabalho é o maior conhecimento da química de interação entre a poluição da água e a reflectância e/ou a presença de algas e em qual modalidade.

Sendo assim, os resultados aqui obtidos são muito pouco concretos e conclusivos para serem adotados por órgãos públicos e municípios como o de Lagoa Santa no controle e monitoramento da qualidade de seus recursos hídricos. Entretanto, pode ser utilizado com base para o aprofundamento ou ponto inicial para uma área ainda pouco difundida como esta.

7. BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, G.V. & Kohler, H.C.; 1981- O sistema lagunar do Parque Estadual do Rio Doce, M.G.. *Sociedade Brasileira de Geologia (Núcleo de Minas Gerais)*: Boletim 2:37-46.

CARVALHO, E.T.; Freitas, J.R.; Kohler, H.C.; Santos, F.M.C.; 1977- Inventário geocológico da região de Lagoa Santa/ MG. Relatório FUNDEP/PLAMBEL/UFMG-Belo Horizonte.

COPAER- BH; 1980 - A construção do aeroporto e a proteção do meio ambiente e os valores culturais. Belo Horizonte, Ministério da Aeronáutica, 288pp.

FREITAS, O. S.O.;1984 - Depoimento sobre a Lagoa Santa. (Inédito)

KOHLER, H.C.; 1978 - A evolução Morfogenética de Lagoa Santa - MG. *Anais do XXX congresso Brasileiro de Geologia, Recife*. V 1: 147-153.

BAGGIO, Mirian C. D. Coord. Iniciação ao Desenvolvimento Sustentável - Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM. Belo Horizonte, 2003.

PARIZZI, M.G.,1993 - A gênese e a dinâmica da Lagoa Santa com base em estudos Palinológicos, Geomorfológicos e geológicos de sua bacia. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociência- UFMG, 96 pp.

Suplemento ao Minas Gerias; 1926 - Lagoa Santa- Uma raridade bibliographica. segunda-feira, 15 de novembro de 1926.

Warming, E.; 1908- Lagoa Santa. Contribuição para a geografia phylobiológica. Belo Horizonte, Imprensa Oficial do Estado de Minas Geraes. (Tradução do dinamarquês, por Alberto Loefgre). Reeditado pela EDUSP 386pp., 1973,1982.