



SAMANTA ALEXANDRE PEREIRA

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MOJI-GUAÇU A
MONTANTE E JUSANTE DO CANAL DE DERIVAÇÃO DE
EFLUENTES TRATADOS DA SUINOCULTURA DO IFSULDEMINAS,
CAMPUS INCONFIDENTES**

INCONFIDENTES-MG

2015

SAMANTA ALEXANDRE PEREIRA

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MOJI-GUAÇU A
MONTANTE E JUSANTE DO CANAL DE DERIVAÇÃO DE
EFLUENTES TRATADOS DA SUINOCULTURA DO IFSULDEMINAS,
*CAMPUS INCONFIDENTES***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, como pré-requisito de conclusão do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Isaac Toledo del Pino

**INCONFIDENTES-MG
2015**

SAMANTA ALEXANDRE PEREIRA

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MOJI-GUAÇU A
MONTANTE E JUSANTE DO CANAL DE DERIVAÇÃO DE
EFLUENTES TRATADOS DA SUINOCULTURA DO IFSULDEMINAS,
CAMPUS INCONFIDENTES**

Data de aprovação: 11/11/2015

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Isaac Toledo del Pino
IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*

Co-orientador: Prof. Me. Júlio Cesar Domingos Pereira
IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*

Membro: Prof. Dr. Claudino Ortigara
IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes*

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar se os efluentes do setor de suinocultura do *Campus* Inconfidentes alteram a qualidade da água do rio Moji-Guaçu, a montante e a jusante do canal originário da suinocultura por meio do Índice de Qualidade da Água (IQA) CETESB e IGAM/MG. As amostras de água foram coletadas em quatro pontos, sendo o primeiro ponto localizado na captação inicial de água pelo setor de suinocultura, o segundo ponto no local de escoamento das lagoas de tratamento, o terceiro ponto está a montante do canal originário de efluentes tratados do setor de suinocultura e o quarto ponto se encontra a jusante deste canal. Foram realizadas coletas nos meses de março, abril e maio de 2015. Os parâmetros analisados foram: potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitrogênio total, coliformes termotolerantes, turbidez, sólidos totais dissolvidos (STD) e temperatura. Os valores encontrados no ponto 1 nos três meses analisados não apresentaram concentrações elevadas de coliformes termotolerantes, o mesmo não acontece no ponto 2 no mês de março, onde apresentou uma concentração de 51,5 mg/l de coliformes termotolerantes, em que foi constatado uma precipitação no dia anterior de 45 mm, demonstrando que em momentos de precipitação, os compostos presentes nas lagoas de tratamento de efluentes da suinocultura acabam escoando, gerando possíveis contaminações no meio. No ponto três (montante do canal de efluente) o IQA-IGAM/MG e IQA-CETESB variaram de 64 a 82, enquadrando a qualidade da água do rio Moji-Guaçu no intervalo de classificação média a boa e bom a ótimo, respectivamente. Para o ponto quatro (jusante do canal efluente) o IQA-IGAM/MG e IQA-CETESB variaram de 59 a 81 no intervalo de classificação de média a boa e bom a ótimo, respectivamente. De acordo com os resultados encontrados para o cálculo do Índice de Qualidade da Água, tanto para as classificações do IQA-CETESB e IQA-IGAM/MG, os efluentes oriundos da suinocultura não influenciaram na qualidade da água do rio Moji-Guaçu no período estudado. Contudo, observou-se que em períodos de precipitação ocasional, o volume de água escoada pela lagoa de tratamento apresentou presença de coliformes termotolerantes, que influencia no IQA, podendo interferir na qualidade da água do rio Moji-Guaçu.

Palavras-chaves: Índice de Qualidade da Água, poluição hídrica, suinocultura.

ABSTRACT

This study aims to assess whether the effluent of the *Campus Inconfidentes* swine industry alter the water quality of the Mogi-Guaçu river, upstream and channel downstream originating in swine through the Water Quality Index (AQI) CETESB and IGAM / MG. Water samples were collected at four points, the first point on the initial uptake of water by the pig farming sector, the second point in your drain the ponds treatment, the third point is upstream channel originating from treated effluent from pig farming industry and the fourth point is located downstream of this channel. Samples were collected in the months of March, April and May 2015. The parameters analyzed were: hydrogen potential (pH), dissolved oxygen (DO), biochemical oxygen demand (BOD), total phosphorus, total nitrogen, fecal coliform, turbidity, total dissolved solids (TDS) and temperature. The values found in point 1 in the three months analyzed did not show high concentrations of fecal coliform, the same does not happen in point 2 in March, where he presented a concentration of 51.5 mg / l of fecal coliform, it was observed precipitation 45 mm in the previous day, showing that in times of rainfall, the compounds present in effluent treatment lagoons swine end leaking, resulting in possible contamination of the environment. In section three (amount of effluent channel) the IQA-IGAM / MG and IQA-CETESB ranged 64-82, framing the water quality of Moji-Guaçu river in the average rating range to good and good to great, respectively. For the four spot (downstream of the effluent channel) the IQA-IGAM / MG and IQA-CETESB ranged 59-81 in the average rating range to good and good to great, respectively. According to the results to calculate the Water Quality Index, for ratings of IQA-CETESB and IQA-IGAM / MG, the effluents from pig farming did not influence the water quality of Moji-Guaçu river during the study period. However, it was observed that in periods of occasional rainfall, the volume of water drained by treatment pond showed the presence of fecal coliform, which influence on IQA and may interfere with water quality of Moji-Guaçu river.

Keywords: Water Quality Index, water pollution, pig farming.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO..... | 2 |
| 2.1. POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO HÍDRICA..... | 2 |
| 2.2. EUTROFIZAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA..... | 2 |
| 2.3. ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)..... | 3 |
| 2.4. DEJETOS SUÍNOS..... | 5 |
| 2.5. PARÂMETROS UTILIZADOS NO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA..... | 6 |
| 2.5.1. Oxigênio dissolvido..... | 6 |
| 2.5.2. Turbidez..... | 6 |
| 2.5.3. Potencial hidrogeniônico (pH)..... | 7 |
| 2.5.4. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)..... | 7 |
| 2.5.5. Temperatura..... | 7 |
| 2.5.6. Fósforo total..... | 8 |
| 2.5.7. Nitrogênio total..... | 8 |
| 2.5.8. Sólidos totais dissolvidos..... | 8 |
| 2.5.9. Coliformes termotolerantes..... | 9 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS..... | 10 |
| 3.1. LOCAL DO ESTUDO..... | 10 |
| 3.2. PONTOS DE COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA..... | 11 |
| 3.3. COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA..... | 14 |
| 3.4. PARÂMETROS ANALISADOS E EQUIPAMENTOS..... | 14 |
| 3.5. METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA..... | 15 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 16 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 20 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 21 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Relação de equipamentos para análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. | 15 |
| Tabela 2. Resultados da análise microbiológicas do ponto 1..... | 16 |
| Tabela 3. Resultados da análise microbiológicas do ponto 2..... | 16 |
| Tabela 4. Resultados dos parâmetros do índice de qualidade da água (IQA) para montante..... | 17 |
| Tabela 5: Resultados dos parâmetros do índice de qualidade da água (IQA) para jusante. | 17 |
| Tabela 6: Índice de Qualidade da água para a montante de acordo com IQA-CETESB e IQA-IGAM/MG..... | 18 |
| Tabela 7: Índice de Qualidade da água para a jusante de acordo com IQA-CETESB e IQA- IGAM/MG..... | 18 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas. (Fonte: CETESB, 2013). | 4 |
| Figura 2: Classificação do IQA de acordo com a CETESB. (Fonte: CETESB, 2013)..... | 5 |
| Figura 3: Classificação do IQA de acordo com o IGAM. (Fonte: IGAM, 2013)..... | 5 |
| Figura 4: Local da área do estudo. (Fonte: Google Earth, 2015) | 10 |
| Figura 5: Pontos de coleta das amostras de água. (Fonte: Google Earth, 2015)..... | 11 |
| Figura 6: Localização do ponto 1..... | 12 |
| Figura 7: Localização do ponto 2. | 12 |
| Figura 8: Localização do ponto 3 no rio Moji-Guaçu | 13 |
| Figura 9: Localização do ponto 4 no rio Moji-Guaçu | 13 |
| Figura 10: Resultados dos parâmetros relativos à jusante para o mês de março. (Fonte: Qualigraf, 2015)..... | 18 |

1. INTRODUÇÃO

As atividades humanas demandam de variados usos dos recursos hídricos, pois são imprescindíveis para a execução de operações industriais, agrícolas, agrossilvipastoris, e pecuária. Contudo, essas atividades acarretam alteração da qualidade da água, sendo a contaminação dos corpos d'água superficiais com rejeitos provenientes das atividades antrópicas um dos fatores superiores de risco para a saúde da população.

Neste sentido, tornam-se significativas as ações de monitoramento da qualidade das águas como instrumento para gerir adequadamente os recursos hídricos, e a aplicação de índices de qualidade de água é uma tentativa que todo projeto de monitoramento pressupõem como forma de observar, por intermédio de informações de fácil entendimento, a provável deterioração de um corpo hídrico.

O Índice de Qualidade das Águas – IQA, desenvolvido pela National Sanitation Foundation, modificado no Brasil pela CETESB, sendo também utilizado por diversos outros órgãos ambientais brasileiros é utilizado para avaliar a qualidade da água visando seu uso para o abastecimento público. Os parâmetros utilizados pelo IQA são em sua maioria, indicadores de contaminação causada pela ação antrópica, sendo eles: Oxigênio dissolvido, Coliformes termotolerantes, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrogênio total, Fósforo total, Temperatura, Turbidez e Sólidos Totais Dissolvidos.

Neste contexto, este trabalho tem por objetivo avaliar se os efluentes do setor de suinocultura do *Campus* Inconfidentes alteram a qualidade da água do rio Moji-Guaçu, a montante e a jusante do canal originário da suinocultura por meio do Índice de Qualidade da Água (IQA) CETESB e IGAM/MG.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO HÍDRICA

Segundo Sperling (2005), poluição hídrica pode ser definida como sendo o adicionamento de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, modifiquem a condição do corpo d'água, tornando-o incapaz de atender usos que dele podem ser praticados.

Conforme Braga et al. (2005), as causas naturais ou as ações do homem podem ocasionar alteração nas características físicas, químicas e biológicas dos recursos hídricos, estas modificações estão correlatadas com a poluição do meio aquático.

Segundo Nass (2003) a alteração de um ecossistema nem sempre pode ser apontado como poluição, pois nem toda ação antrópica resulta na afetação de seres vivos. Ainda de acordo com este autor contaminação pode ser definida como sendo a presença de organismos patogênicos ou de substâncias que ocasiona doenças em concentração prejudicial à saúde da população. Contudo se tais substâncias não modificam as relações ecológicas existentes ao longo do tempo, esta contaminação não pode ser considerada poluição.

Os contaminantes podem se adentrar nos corpos d'água de maneira pontual ou difusa. As cargas pontuais podem ser facilmente constatadas por apresentarem lançamentos individualizados. Já as cargas difusas não apresentam um ponto específico de lançamento, portanto seu controle acaba sendo dificultado (BRAGA et al., 2005).

2.2. EUTROFIZAÇÃO DOS CORPOS D'ÁGUA

A abundância de nutrientes que são incorporados nos corpos d'água, principalmente o fósforo e o nitrogênio, é o principal fator para a multiplicação de algas que pode ocasionar o processo de eutrofização nos ambientes aquáticos (Barros, 2008).

De acordo com Figueiredo et al. (2007), a eutrofização ocasiona o desenvolvimento demasiado das plantas aquáticas, como decorrência gera desequilíbrio do ambiente aquático e crescente deterioração da qualidade da água.

Para Mendes e Almeida, (2008) a eutrofização pode ser oriunda de atividades antrópicas ou por decorrência de processos naturais. Quando a eutrofização é ocasionada pela ação do homem, é denominada artificial ou antrópica. A eutrofização antrópica estimula rápidas mudanças nos corpos d'água. Segundo Ferreira et al.,(2005) a eutrofização natural é um processo gradativo e demorado.

2.3. ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

O Índice de Qualidade de Águas (IQA) foi elaborado pela *National Sanitation Foundation* (NSF), dos Estados Unidos, segundo pesquisa de opinião de diversos especialistas do âmbito ambiental, determinando um conjunto de nove parâmetros físicos, químicos e microbiológicos cogitados como sendo os mais expressivos para a determinação da qualidade das águas (MINAS GERAIS, 2005).

Para cada parâmetro escolhido, foram dados os seguintes pesos, em conformidade com a sua relevância no cálculo do IQA: oxigênio dissolvido (0,17), coliformes termotolerantes (0,15), pH (0,12), demanda bioquímica de oxigênio (0,10), fósforo total (0,10), temperatura da água (0,10), nitrogênio total (0,10), turbidez (0,08) e sólidos totais (0,08) (ANA, 2010).

O IQA desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF) dos Estados Unidos é o método mais usado por profissionais segundo uma pesquisa efetuada por Magalhães Jr (2003) para a avaliação da relevância de indicadores no gerenciamento das águas no Brasil.

Segundo Fia (2010) o índice de qualidade da água proporciona agregar todos os valores dos parâmetros avaliados em um único resultado. Desta forma o IQA propicia facilidades em informar o público leigo.

O índice de qualidade da água é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que compõem o IQA já citadas acima (FIA, 2010).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Em que:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

\prod : símbolo do produtório;

q_i : qualidade correspondente de número entre 0 e 100, adquirido da própria “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração e,

w_i : peso equivalente a um número entre 0 e 1.

Para o cálculo do IQA, foram determinadas curvas de variação da qualidade das águas conforme a situação de cada parâmetro. Estas curvas de variação resumem em um agrupamento de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente (CETESB, 2013). Conforme Figura 1.

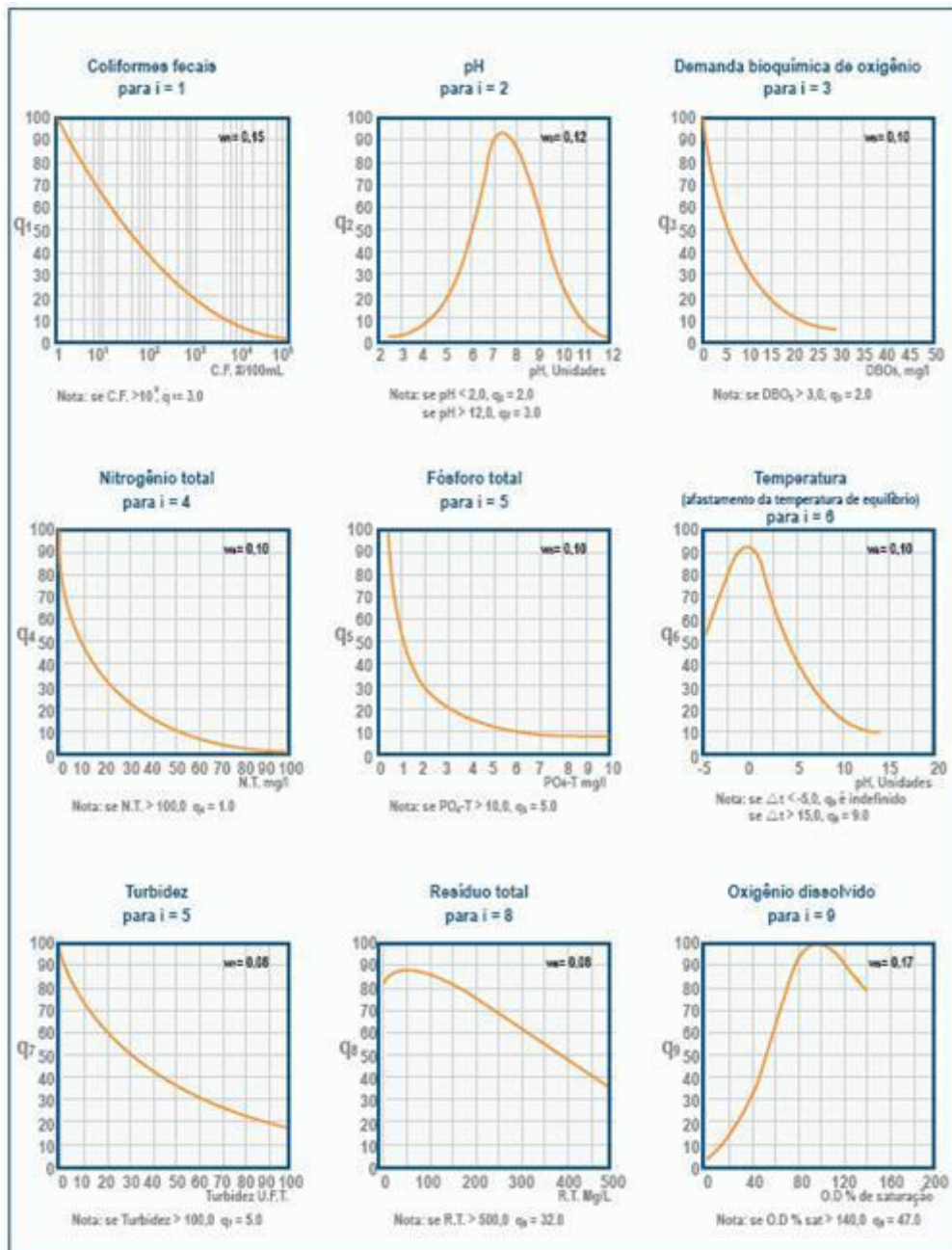


Figura 1: Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas. (Fonte: CETESB, 2013).

De acordo com a FUNCEME (2002) o IQA foi utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) a partir de 1975, e começou a ser utilizado nas décadas seguintes por outros Estados brasileiros que adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país (Figura 2).

| Categoria | Ponderação |
|------------------|----------------------------|
| ÓTIMA | $79 < \text{IQA} \leq 100$ |
| BOA | $51 < \text{IQA} \leq 79$ |
| REGULAR | $36 < \text{IQA} \leq 51$ |
| RUIM | $19 < \text{IQA} \leq 36$ |
| PÉSSIMA | $\text{IQA} \leq 19$ |

Figura 2: Classificação do IQA de acordo com a CETESB. (Fonte: CETESB, 2013).

O IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas, órgão responsável pelo monitoramento das águas superficiais do Estado de Minas Gerais, tem utilizado este mesmo índice, mas com faixas dos níveis de qualidade diferentes (Figura 3) (FUNCEME, 2002).

| Nível de Qualidade | Faixa |
|---------------------------|-----------------------------|
| Excelente | $90 < \text{IQA} \leq 100$ |
| Bom | $70 < \text{IQA} \leq 90$ |
| Médio | $50 < \text{IQA} \leq 70$ |
| Ruim | $25 < \text{IQA} \leq 50$ |
| Muito Ruim | $0 \leq \text{IQA} \leq 25$ |

Figura 3: Classificação do IQA de acordo com o IGAM. (Fonte: IGAM, 2013).

2.4. DEJETOS SUÍNOS

Os ecossistemas aquáticos sofrem modificações em dessemelhantes escalas que advém das atividades industriais e domésticas. Os rios incorporam todas as intervenções ocorridas nos seus arredores, portanto suas características físicas, químicas e, sobretudo as biológicas retratam informações decorridas das atividades antrópicas (CALLISTO et al., 2001).

As suinoculturas em virtude de comportarem amplas aglomerações de rebanhos, acumulam grandes quantidades de dejetos que podem não ser suportados pelos ecossistemas locais. Os dejetos suínos contêm matéria orgânica, organismos patogênicos e geram odores, podendo ser provedores de geração de problemas de saúde para a população e poluição para o meio (PEREIRA et al., 2009). Ainda, segundo este autor os efluentes lançados sem tratamento nos ambientes lóticos, lênticos e no solo podem acarretar diversas doenças, tais como; verminoses, alergias e hepatites.

De acordo com Kunz et al. (2005), o controle ineficaz dos dejetos oriundos da suinocultura possibilita a contaminação de rios, lençóis freáticos, do solo e do ar.

2.5. PARÂMETROS DE UTILIZADOS NO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Há diversos parâmetros que possibilitam retratar a qualidade das águas, pois traduzem os atributos físicos, químicos e biológicos dos corpos d'água (LIBÂNIO, 2005).

Conforme já foi mencionada acima, o IQA depende de nove parâmetros para estabelecer a qualidade hídrica de um corpo d' água, sendo descritos a seguir.

2.5.1. Oxigênio dissolvido

A concentração de oxigênio dissolvido aponta a aptidão de um corpo hídrico em sustentar a vida nos ambientes aquáticos (CETESB, 2003).

Segundo Sperling (2007), o parâmetro fundamental para se caracterizar as consequências da poluição dos corpos d'águas por lançamentos de esgotos é o oxigênio dissolvido. De acordo com Patemiani e Pinto (2001), o oxigênio dissolvido possibilita determinar a concentração de matéria orgânica.

2.5.2. Turbidez

Para CETESB (2003) a turbidez determina o grau de redução da intensidade, que um feixe de luz sofre ao penetrar uma amostra de água. De acordo com Braga *et al.* (2005),

esta propriedade da turbidez em mudar a direção dos feixes luminosos é resultante da presença de sólidos em suspensão e microorganismos nos corpos d'água.

2.5.3. Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial de hidrogênio (pH) retrata o grau de acidez ou da alcalinidade do meio aquático e baseia-se na concentração dos íons H^+ (LIBÂNIO, 2005).

Segundo Baird (2004) o pH é um parâmetro que detém característica operacional significativa e considera-se importante observá-lo para potencializar os processos de tratamento.

2.5.4. Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) tem sido constantemente indicada como um dos parâmetros mais relevantes para determinar a qualidade da água. Pode ser descrita como sendo o tanto de oxigênio necessário para degradar a matéria orgânica através de microorganismos aeróbicos, sendo assim mensura a quantidade de oxigênio dissolvido em $mg L^{-1}$ de O_2 (LIMA et al., 2006).

Em vista disso, a DBO é o parâmetro que pode quantificar a poluição orgânica em virtude da queda de concentração de oxigênio, podendo atribuir um estado anaeróbico ao corpo d'água (LIMA et al., 2006). Conforme ANA (2015), altos valores de DBO nos ambientes aquáticos pode ser oriundos de despejos com constituintes orgânicos.

2.5.5. Temperatura

Segundo Sperling (2007), o parâmetro temperatura pode ser definido como a mensuração do grau de calor de um meio hídrico. Este parâmetro exerce uma atuação fundamental para o controle dos corpos d'água, pois influencia o comportamento de diversos parâmetros físico-químicos.

A elevação da temperatura em um curso d'água intensifica a atividade de substâncias poluentes que se encontram na água, pois eleva a velocidade das reações, acarretando desequilíbrios nestes ambientes (GUEDES, 2003).

2.5.6. Fósforo total

Segundo Guimarães e Nour (2001), o fósforo é oriundo de processos naturais por meio do intemperismo das rochas e da degradação da matéria orgânica. Sua origem nos ambientes aquáticos pode ocorrer também por ações do homem, como por exemplo, nos despejos de esgotos domésticos e industriais, na utilização de fertilizantes e na lixiviação de rebanhos de animais (LIBÂNIO, 2005).

De acordo com Coutinho (2007) a presença de fósforo nos ambientes aquáticos é oriundo de despejos inadequados de esgotos industriais e domésticos.

2.5.7. Nitrogênio total

O nitrogênio é imprescindível para os ecossistemas aquáticos, pois é um dos nutrientes principais para o desenvolvimento dos organismos que vivem nos ecossistemas aquáticos, porém em abundância pode acarretar o crescimento excessivo das plantas aquáticas, que pode ocasionar interferências no potencial de uso esperado do corpo hídrico (SPERLING, 2005).

A expressão nitrogênio total é definida como sendo a combinação de íons de amônio com nitrogênio orgânico (EMBRAPA, 2011).

2.5.8. Sólidos totais dissolvidos

Sólidos totais dissolvidos podem ser caracterizados como sendo a quantidade de material existente no corpo d'água. Os sólidos totais são divididos em sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão (PATEMIANI e PINTO, 2001).

A presença de sólidos nos cursos d'água podem ocasionar danos aos peixes e demais organismos aquáticos, pois podem se depositar no leito dos rios e assim promover a eliminação de fontes de alimentos. Os sólidos podem fixar bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos corpos d'água, gerando decomposição em condições anaeróbicas (CETESB, 2003).

2.5.9. Coliformes termotolerantes

A quantidade de coliformes termotolerantes presentes em um corpo hídrico se caracteriza como sendo um excelente indicativo de contaminação, proveniente, sobretudo de lançamentos de efluentes domésticos, além da existência de animais perto das margens de rios, possibilitando assim a geração de risco para a saúde da população (RODRIGUES et al., 2009).

Segundo Sperling (2003) a água possui grande potencial para difundir doenças, sendo definida por meio de organismos que são indicativos de contaminação por fezes, pertencentes, sobretudo pela categoria coliforme.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. LOCAL DO ESTUDO

O município de Inconfidentes-MG (Figura 4) está situado no sul de Minas Gerais a 869 metros de altitude, sendo o clima da região com verões brandos e úmidos, com temperatura média anual de 18° C e coordenadas geográficas 22° 19' 04" S e 46° 19' 14" W.

Possui um índice de precipitação de 1800 milímetros, uma área de 150 km², com uma população estimada em 7.253 habitantes. O bioma predominante é o de Mata Atlântica (IBGE, 2010).

O município detém uma economia direcionada em grande parte para a indústria têxtil e agropecuária, ressaltando-se o cultivo de citros, batata, morango, alho, café, milho, leite, banana, bucha vegetal, feijão e atividades industriais como, por exemplo, laticínios, abatedouros, metalúrgicas, destilarias, curtumes, indústria de papel e celulose, extração de areia e minério (Inconfidentes, 2008).



Figura 4: Local da área do estudo. (Fonte: Google Earth, 2015).

3.2. PONTOS DE COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

As coletas de amostras de água foram realizadas no ano de 2015, localizadas em quatro pontos distintos para a realização das análises (Figura 5).



Figura 5: Pontos de coleta das amostras de água. (Fonte: Google Earth, 2015).

Ponto 1:

O primeiro ponto de coleta localiza-se na bica, cuja origem da água vem de uma represa que se localiza a 110 metros da suinocultura, utilizada para limpeza das instalações da suinocultura, com as coordenadas $22^{\circ}18'35.59''S$, $46^{\circ}19'44.39''O$ (Figura 6).



Figura 6: Localização do ponto 1.

Ponto 2:

Encontra-se na área onde ocorre escoamento dos dejetos suínos das lagoas de tratamento da suinocultura, com as coordenadas 22°18'35.31"S, 46°19'42.41"O (Figura 7).



Figura 7: Localização do ponto 2.

Ponto 3:

Localiza-se a 15 metros antes do canal de efluentes, cujo comprimento é de 485 metros, oriundo dos escoamentos das lagoas de tratamento da suinocultura, com as coordenadas 22°18'51.39"S, 46°19'40.72"O (Figura 8).



Figura 8: Localização do ponto 3 no rio Moji-Guaçu

Ponto 4:

Localiza-se a 15 metros após o canal efluente oriundo dos escoamentos das lagoas de tratamento da suinocultura, cujas coordenadas são 22°18'51.18"S, 46°19'41.90"O (Figura 9).



Figura 9: Localização do ponto 4 no rio Moji-Guaçu

3.3. COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

As coletas foram realizadas nos meses de março, abril e maio, para os pontos de 1 a 4, dividindo as amostras em quatro frascos plásticos fornecidos pelo Laboratório de Microbiologia do IFSULDEMINAS - *Campus* Inconfidentes, com capacidade de 250 ml para a análise microbiológica. Os frascos foram devidamente esterilizados e previamente lavados com água dos pontos de coletas e após foram coletadas as amostras e armazenados em caixas de isopor com gelo até chegar ao Laboratório de Microbiologia do IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes.

As amostras para análises físico-químicas foram coletadas somente para o ponto 3 e ponto 4 do efluente oriundo dos escoamentos das lagoas de tratamento da suinocultura, utilizando frascos com capacidade de 2.000 ml disponibilizados pelo laboratório Engenharia Química, Sanitária e Ambiental - Engequisa localizado na Rua Lucy Vasconcelos Teixeira, 135 Pouso Alegre - MG para análises dos seguintes parâmetros; demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, nitrogênio total e oxigênio dissolvido.

As análises compreendendo os parâmetros pH, turbidez e sólidos totais dissolvidos (STD) foram realizados no laboratório de Qualidade da Água do IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes.

O parâmetro temperatura foi realizado no local de coleta da amostra de água na montante e na jusante utilizando termômetro disponibilizado pelo Laboratório de Qualidade da Água do IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes.

3.4. PARÂMETROS ANALISADOS E EQUIPAMENTOS

A relação dos parâmetros e equipamentos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Relação de equipamentos para análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

| Parâmetro | Equipamentos |
|--------------------------------|---|
| pH | Peagâmetro Digital, marca: ADWA |
| Turbidez | Turbidímetro, marca: HANNA Instruments HI 93703 |
| Sólidos Totais Dissolvidos | Condutivímetro Digital, marca: Tecnopon Equipamentos Especiais LTDA |
| Nitrogênio Total | Laboratório Engenharia Química, Sanitária e Ambiental – Engequisa |
| Fósforo Total | Laboratório Engenharia Química, Sanitária e Ambiental – Engequisa |
| Oxigênio Dissolvido | Laboratório Engenharia Química, Sanitária e Ambiental – Engequisa |
| Demanda Bioquímica de Oxigênio | Laboratório Engenharia Química, Sanitária e Ambiental – Engequisa |
| Temperatura | Termômetro France (temperatura mínima de -20°C e máxima de 360°C) |
| Coliformes Termotolerantes | Instrução Normativa nº62 (MAPA, 2003). Adaptado. |

3.5. METODOLOGIA PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para calcular o IQA, foi utilizado o programa QualiGraf (2015), desenvolvido em 2001 pelo Departamento de Recursos Hídricos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME.

No programa QualiGraf (2015) são apresentadas as duas classificações; IQA-CETESB e o IQA-IGAM/MG para efeito de comparação.

Ambas as classificações apresentam como fórmula para o cálculo, o IQA Produtório.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos no ponto 1 e na Tabela 3 os resultados do ponto 2, onde realizou-se apenas análises microbiológicas, respectivamente.

Tabela 2. Resultados da análise microbiológicas do ponto 1

| Parâmetro | Março 2015 | Abril 2015 | Maió 2015 |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml) | 3,0 | 3,0 | 3,0 |

Tabela 3. Resultados da análise microbiológicas do ponto 2.

| Parâmetro | Março 2015 | Abril 2015 | Maió 2015 |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml) | 51,1 | 3,6 | 3,6 |

No ponto 1 de acordo com a Tabela 2 para os valores de coliformes termotolerantes não apresentaram altas concentrações para os três meses analisados. Porém, o mesmo não acontece no ponto 2 no mês de março, onde este apresentou um valor mais elevado devido ao fato que no dia anterior a coleta das amostras, correspondente a data 23/03/15 ocorreu precipitação no local de 45 mm, de acordo com o Setor de Viveiro Florestal do IFSULDEMINAS, *Campus* Inconfidentes.

Isto demonstra que em momentos de precipitação, os compostos presentes nas lagoas de tratamento de efluentes da suinocultura acabam escoando, gerando possíveis contaminações no meio.

Nas Tabelas 4 e 5 estão apresentados os resultados dos parâmetros do Índice de Qualidade da Água (IQA) para a montante e jusante do rio Moji-Guaçu, respectivamente.

Tabela 4. Resultados dos parâmetros do índice de qualidade da água (IQA) para montante.

| Parâmetros | Março 2015 | Abril 2015 | Maió 2015 |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| DBO (mg L ⁻¹) | 17,0 | 4,1 | 2,0 |
| Fósforo Total (mg L ⁻¹) | 0,14 | 0,1 | 0,1 |
| Nitrato (mg L ⁻¹) | 4,0 | 0,01 | 4,2 |
| Oxigênio Dissolvido | 8,7 | 6,1 | 8,63 |
| Turbidez (NTU) | 86,25 | 17,23 | 2,65 |
| STD (ppm) | 22,48 | 19,05 | 16,44 |
| pH | 7,1 | 6,44 | 6,05 |
| Temperatura (°C) | 18,03 | 20,04 | 20,03 |
| Coliformes termotolerantes (NMP / 100 ml) | 3,3 | 3,0 | 3,0 |

Tabela 5: Resultados dos parâmetros do índice de qualidade da água (IQA) para jusante.

| Parâmetros | Março 2015 | Abril 2015 | Maió 2015 |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| DBO (mg L ⁻¹) | 19,0 | 3,8 | 2,0 |
| Fósforo Total (mg L ⁻¹) | 0,17 | 0,1 | 0,1 |
| Nitrogênio Total (mg L ⁻¹) | 5,7 | 0,01 | 5,1 |
| Oxigênio Dissolvido | 8,5 | 5,98 | 8,22 |
| Turbidez (NTU) | 88,19 | 17,54 | 3,69 |
| STD (ppm) | 22,08 | 19,81 | 15,94 |
| pH | 6,56 | 6,5 | 6,08 |
| Temperatura (°C) | 18,7 | 21,5 | 20,5 |
| Coliformes termotolerantes (NMP / 100 ml) | 5,5 | 3,0 | 3,0 |

De acordo com o cálculo realizado pelo programa QualiGraf (2015) que calcula o Índice de Qualidade de Água (IQA), encontrou-se os seguintes resultados para os meses de março, abril e maio de 2015 (Tabela 6 e 7).

Tabela 6: Índice de Qualidade da água para a montante de acordo com IQA-CETESB e IQA-IGAM/MG.

| Datas | IQA-CETESB (montante) | IQA-IGAM/MG (montante) |
|-------|-----------------------|------------------------|
| Março | 64 | 64 |
| Abril | 79 | 79 |
| Maior | 82 | 82 |

Tabela 7: Índice de Qualidade da água para a jusante de acordo com IQA-CETESB e IQA-IGAM/MG.

| Datas | IQA-CETESB (jusante) | IQA-IGAM/MG (jusante) |
|-------|----------------------|-----------------------|
| Março | 59 | 59 |
| Abril | 80 | 80 |
| Maior | 81 | 81 |

Na Figura 10 estão apresentados os resultados dos parâmetros relativos à jusante, para o mês de março efetuados no programa Qualigraf (2015).

| Parâmetros | Valor Observado | Notas (Gráfico) | Pesos ($\sum w = 1$) | q_i^w |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|---------|
| O.D. - % de Saturação | 96,14 | q1 97,32 | w1 0,17 = | 16,54 |
| Coliformes Totais (NMP/100 mL) | 5,50 | q2 75,57 | w2 0,15 = | 14,10 |
| pH | 6,56 | q3 81,76 | w3 0,12 = | 9,07 |
| DBO5 (mg/L) | 19,00 | q4 12,24 | w4 0,10 = | 8,18 |
| Nitrogênio Total (mgN/L) | 5,70 | q5 63,38 | w5 0,10 = | 1,22 |
| Fósforo Total (mgP/L) | 0,52 | q6 61,41 | w6 0,10 = | 6,34 |
| Diferença Temperatura (°C) | 0 | q7 94,00 | w7 0,10 = | 6,14 |
| Turbidez (NTU) | 88,19 | q8 20,30 | w8 0,08 = | 1,62 |
| Sólidos Totais | 22,80 | q9 82,97 | w9 0,08 = | 6,64 |

Figura 10: Resultados dos parâmetros relativos à jusante para o mês de março. (Fonte: Qualigraf, 2015).

De acordo com os resultados para as duas modalidades de classificação, IQA-CETESB e IQA-IGAM/MG, a jusante no mês de março apresentou um resultado de menor qualidade em relação a montante para o mesmo mês, sendo de 59 e 64 respectivamente.

Este resultado pode ser explicado devido as diferentes concentrações de coliformes termotolerantes encontrados na análise da jusante em comparação com a montante

(5,5 NMP/100mL e 3,3 NMP/100mL), respectivamente. Como pode ser observado na Figura 10, de fato o parâmetro coliforme termotolerante apresentou a segunda maior influência devido ao fato de que no mês de março, ocorreram precipitações um dia antes da coleta das amostras, refletindo assim a influência dos dejetos suínos oriundos do escoamento das lagoas de tratamento da suinocultura sobre a qualidade da água do rio Moji-Guaçu em dias de chuvas.

Imaginando-se um cenário onde houvesse a ocorrência de uma semana de chuvas e fossem realizadas medições 2 a 3 dias após as precipitações implicaria nos resultados levantados na tabela 7?

Resultado semelhante foi constatado por Carvalho et al., (2000), que utilizando o Índice de Qualidade de Água, analisaram os riscos ocasionados pela atividade da pecuária e agricultura na potabilidade e balneabilidade de corpos d'água, nas microbacias do Ribeirão da Onça e do Feijão na região oeste do Estado de São Paulo. As amostras de água foram coletas no tempo do inverno e do verão, onde concluíram que a precipitação foi o fator predominante para a modificação da qualidade da água desses cursos d'água.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados para o cálculo do Índice de Qualidade da Água, tanto para as classificações do IQA-CETESB e IQA-IGAM/MG, os efluentes oriundos da suinocultura não influenciaram na qualidade da água do rio Moji-Guaçu no período estudado. Contudo, observou-se que em períodos de precipitação ocasional, o volume de água escoada pela lagoa de tratamento da suinocultura apresentou presença significativa de coliformes termotolerantes, que influencia no IQA, podendo interferir na qualidade da água do rio Moji-Guaçu.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, Agência Nacional das Águas (18 de julho de 2010) **Indicadores De Qualidade – Índice De Qualidade Das Águas (IQA)**. Disponível em: Portal da Qualidade das Águas: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em 20 de maio de 2015.

ANA, Agência Nacional das Águas (06 de agosto de 2015) **Perguntas Frequentes- Qualidade das Águas**. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/acessoainformacao/perguntasfrequent.es.aspx>. Acesso em 10 de setembro de 2015.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 622p.

BARROS, A. M. de L. **Aplicação do modelo Moneris à bacia hidrográfica do rio Ipojuca**, Pernambuco. Recife: UFPE, 2008. 193 f. Dissertação.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CALLISTO, M.; MORETTI, M. & GOULART, M. **Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramentas para Avaliar a Saúde de Riachos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 6 n.º 1, jan/ mar 2001, 71-82.4.

CARVALHO, Adriana Rosa; SCHLITTLER, Flávio Henrique Mingante; TORNISIELO, Valdemar Luiz. **Relação da atividade agropecuária com parâmetros físico-químicos da água**. Química Nova, v. 23, n. 5, 2000.

CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL). **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002/CETESB**. São Paulo: CETESB, 2003. 264 p. (Série Relatórios).

CETESB, COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (02 de novembro de 2013). **Índices de Qualidades das águas**. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/02.pdf>. Acesso em: 03 de março de 2015.

COUTINHO, W. **Emprego da flotação a ar dissolvido no tratamento de cursos d'água: avaliação de desempenho da estação de tratamento dos córregos Ressaca e Sarandi afluentes à Represa da Pampulha**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Dissertação (Mestrado

em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

EMBRAPA. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-químico da água.** Circular técnico n. 232, 32 f. 2011.

FERREIRA, R. M., BARROS, N. O., DUQUE-ESTRADA, C. H., ROLAND, F. Caminhos do fósforo em ecossistemas aquáticos continentais. **Lições de limnologia.** Cap. 13. Rima Editora, 2005.

FIA, R. Departamento de Engenharia, UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS GNE 150-Abastecimento de água I- **Qualidade da água e tratabilidade da água** 24/09/2010.

FIGUEIREDO, M. C. B. de *et al.* **Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização.** *Eng. Sanit. Ambient.* [online]. 2007, v. 12, n. 4, p. 399-409.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (01 de outubro de 2002) **Módulos- Índice de Qualidade da Água (IQA).** Disponível em: <http://www3.funceme.br/qualigraf/app/pagina/show/3>. Acesso 11 de setembro de 2015.

Google Earth. Aplicativo de Imagem de Satélite. (Acesso em 2015).

GUEDES, N. C. C. **Poluição aquática na microbacia do igarapé do Quarenta, Manaus- Amazonas.** Manaus: UFAM, 2003. Dissertação (Mestrado em Química de Produtos Naturais), Departamento de Química, Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, 2003.

GUIMARÃES, José Roberto; NOUR, Edson Aparecido Abdul. Tratamento de nossos esgotos: processos que imitam a natureza. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, maio 2001. Edição especial.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), Inconfidentes – MG. Online, disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=313060>. Acesso em: 20 de agosto de 2015.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas (24 de setembro de 2013) **Indicadores de Qualidade.** Disponível em Portal dos Cômities de Bacia-MG: <http://comites.igam.mg.gov.br/boletim-qualidade-das-aguas/1650-indicadores-de-qualidade>. Acesso em 06 de abril de 2015.

INCONFIDENTES. Prefeitura Municipal de Inconfidentes (01 de novembro de 2008) **Economia.** Online, disponível em: <http://www.inconfidentes.mg.gov.br/cidade.php?codigo=2>. Acesso em: 20 de agosto de 2015.

KUNZ, A.; HIGARASHI, M.M.; OLIVEIRA, P.A. **Tecnologias de manejo e tratamento e dejetos de suínos estudadas no Brasil.** *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 22, n. 3, 2005, pg. 651-665.

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

LIMA, S. L.; IZARIO FILHO, H. J.; CHAVES, F. J. M. **Determinação de demanda bioquímica de oxigênio para teores ≤ 5 MG. L-1O2.** Revista Analytica, p.52-57, n.25, 2006.

MAGALHAES JR, A.P. **Os indicadores como instrumentos potenciais de gestão das águas no atual contexto legal institucional do Brasil: resultados de painel de especialistas.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.8, n.4, p. 49-68, 2003.

MENDES, L. de F. S.; ALMEIDA, J. R. de S. **Eutrofização induzida pelo homem e suas consequências dentro de um ecossistema aquático** (31 de outubro de 2008). Disponível em: <http://www.webartigos.com/articles/10695/1/eutrofizacao-induzida-pelo-homem-e-suas-consequenciasdentro-de-um-ecossistema-aquatico/pagina1.html>. Acesso em: 15 de maio 2015.

MINAS GERAIS (Estado). **Sistema de cálculo da qualidade da água.** Estabelecimento das Equações do Índice de Qualidade das Águas (IQA). Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais; Programa Nacional do Meio Ambiente (PNMA II) Subcomponente Monitoramento da Qualidade da Água, 2005.

NASS, Daniel Perdigão. **O conceito de poluição.** 2003. Disponível em: http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_13/poluicao.html. Acesso em: 13 nov. 2015.

PATEMIANI, J.E.S.; PINTO, J.M. **Qualidade da água.** In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. Irrigação série Engenharia Agrícola. Ed. Piracicaba: FUNEP/SBEA, 2001, v.1, p. 195-253.

PEREIRA, E.R.; DEMARCHI, J.J.A.A.; BUDIÑO, F.E.L. **A questão ambiental e os impactos causados pelos efluentes da suinocultura.** 2009. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/QAmbiental/index.htm. Acesso em: 03 de junho de 2015.

Qualigraf. Aplicativo para cálculo do IQA. Disponível em: <http://www3.funceme.br/qualigraf/mi/midia/show/3>. Acesso em 11 de setembro de 2015.

RODRIGUES, J. R. D. D.; JORGE, A. O. C.; UENO, M. **Avaliação da qualidade das águas de duas áreas utilizadas para recreação do Rio Piracuama- SP.** Revista Bociências, UNITAU, Taubaté, v. 15, n.2, 2009.

SPERLING, M. Von. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

SPERLING, M. Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2 ed. Belo Horizonte, MG: DESA - UFMG, 2003.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.