

## **CORRELAÇÃO DAS TÉCNICAS DE CONTROLE AMBIENTAL E A QUALIDADE DA ÁGUA ÀS PROXIMIDADES DE EMPREENDIMENTOS DE PRODUÇÃO DE CACHAÇA, ITABIRA –MG.**

*Ramon Neto Rodrigues<sup>1</sup>; Giselle de Paula Queiroz Cunha<sup>2\*</sup>; James Lacerda Maia<sup>3</sup>; Milena Ribeiro da Fonseca<sup>4</sup>; Thaís Silva Santos<sup>5</sup> & Anderson de Assis Moraes<sup>6</sup>*

**Resumo:** Os empreendimentos de produção de cachaça de alambique estão comumente situados na zona rural do município de Itabira, requerendo área para plantio e próximo a cursos d'água para captar e atender às demandas do ciclo produtivo e destinar os efluentes gerados, agravando os impactos sobre o recurso hídrico. Nesse sentido, o presente artigo objetiva apresentar as características produtivas dos empreendimentos estudados em Itabira-MG, bem como os resultados obtidos pelo monitoramento de qualidade da água, de modo a testar a correlação estatística direta e integrada entre os referidos resultados analíticos/legislação vigente e a adoção de medidas de controle ambiental. Os resultados obtidos pela correlação estatística direta entre os parâmetros de qualidade (Amônia, Nitrato, Cor, Turbidez, Temperatura, pH e DBO) e a adoção de medidas de controle ambiental demonstraram que os empreendimentos em questão não influenciam de forma isolada a alteração da qualidade da água monitorada, o que é ratificado pela análise integrada, ou seja, no período de entressafra, coincidente com o período de chuvas, o processo de autodepuração e de não lançamento de efluente registram a diminuição das concentrações dos parâmetros físico-químicos, indicadores de presença de matéria orgânica e de poluição recente originada tanto por efluentes domésticos como da vinhaça.

**Palavra chave:** Produção de Cachaça, Controle Ambiental e Qualidade da Água.

## **CORRELATION OF ENVIRONMENTAL CONTROL TECHNIQUES AND QUALITY OF WATER NEAR THE DEVELOPMENTS OF PRODUCTION CACHAÇA, ITABIRA-MG.**

**Abstract:** The enterprises producing rum distillery are commonly located in the rural municipality of Itabira, requiring planting area and near waterways to capture and meet the demands of the production cycle and allocate the effluents, exacerbating the impacts on the water resource. In this sense, this paper presents the characteristics of productive enterprises studied in Itabira-MG, and the results obtained by monitoring water quality in order to test the direct and integrated statistical correlation between these analytical results / legislation and adopting environmental control measures. The results obtained by direct statistical correlation between the quality parameters (Ammonia, Nitrate, color, turbidity, temperature, pH and BOD) and the adoption of environmental control measures showed that the enterprises in question do not influence in isolation to change the quality of water monitored, as ratified by the integrated analysis, ie, the off-season, coinciding with the rainy season, the process of self-purification and release of effluent not record the decrease in concentrations of physico-chemical parameters, presence indicators organic matter and recent pollution caused both by domestic sewage as stillage.

**Keyword:** Production of Cachaça, Environmental Control and Water Quality.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Itajubá – Unifei, ramonrodrigues\_187@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal de Itajubá – Unifei, gisellequeiroz@unifei.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Itajubá – Unifei, jamesmaia@unifei.edu.br

<sup>4</sup> Universidade Federal de Itajubá – Unifei, millefonseca@gmail.com

<sup>5</sup> Universidade Federal de Itajubá – Unifei, tsilva1104@gmail.com

<sup>6</sup> Universidade Federal de Itajubá – Unifei, andersonmoraes@gmail.com

## **INTRODUÇÃO**

Considerada uma bebida legitimamente brasileira, a cachaça tornou-se um dos produtos que melhor ilustram todas as ações, tensões e contradições que ocorreram no processo de evolução do sistema agroindustrial brasileiro, além disso, Souza e Vale (2005) afirmam que a história da cachaça permeia a história brasileira, sendo que sua produção e consumo estão profundamente enraizados nas dimensões econômicas, sociais, políticas e culturais da formação do Brasil.

Apesar de todo o contexto histórico e cultural que a cachaça de alambique apresenta, sua produção vincula diversos problemas ambientais como uso inadequado dos solos, desmatamento irracional, uso indiscriminado de fertilizantes e poluição do ar subsequente a queima da cana na etapa de colheita. No que se refere aos efluentes e resíduos podemos citar principalmente o vinhoto como fator de maior preocupação ambiental, uma vez que seu lançamento indiscriminado em consonância a alta carga orgânica de sua composição pode gerar impactos sem precedentes tanto no solo quanto nos recursos hídricos.

Além disto, SEBRAE-MG (2001) cita que a maioria dos empreendimentos de produção de cachaça de alambique está situada na zona rural, uma vez que o mesmo requer relevante área para o plantio da cana, tornando-se necessário a instalação do empreendimento próximo ao curso d'água de modo a captar o volume de água necessário no processo, bem como a destinação dos efluentes no mesmo, agravando ainda mais os impactos sobre este recurso.

Neste contexto de preocupação quanto aos impactos deste processo sobre o meio ambiente, surgiram diversas técnicas de controle ambiental e medidas mitigadoras, de modo a tentar traduzir as tensões existentes em soluções viáveis economicamente. Assim, a partir da década de 50, soluções para esse impasse começaram a ser publicadas, primeiramente com o reaproveitamento energético do bagaço e depois com soluções ainda mais inovadoras, como a aplicação do vinhoto no solo, como fertilizante para a própria plantação de cana de açúcar de modo a aproveitar suas potencialidades orgânicas e minerais. (PRADA et.al, 1997 e PREVITALI, 2011). Diante do proposto, objetiva-se com esse trabalho discutir a relação entre as técnicas de controle ambiental e medidas mitigadoras, utilizadas em um ciclo produtivo, com a qualidade físico-química do curso hídrico às proximidades do processo de fabricação de cachaça, a partir de métodos estatísticos descritivos.

## **MATÉRIAS E METÓDOS**

Para melhor compreensão das etapas propostas neste item, segue abaixo o fluxograma das etapas propostas (Figura 1), segundo diretrizes para o alcance do objetivo proposto.

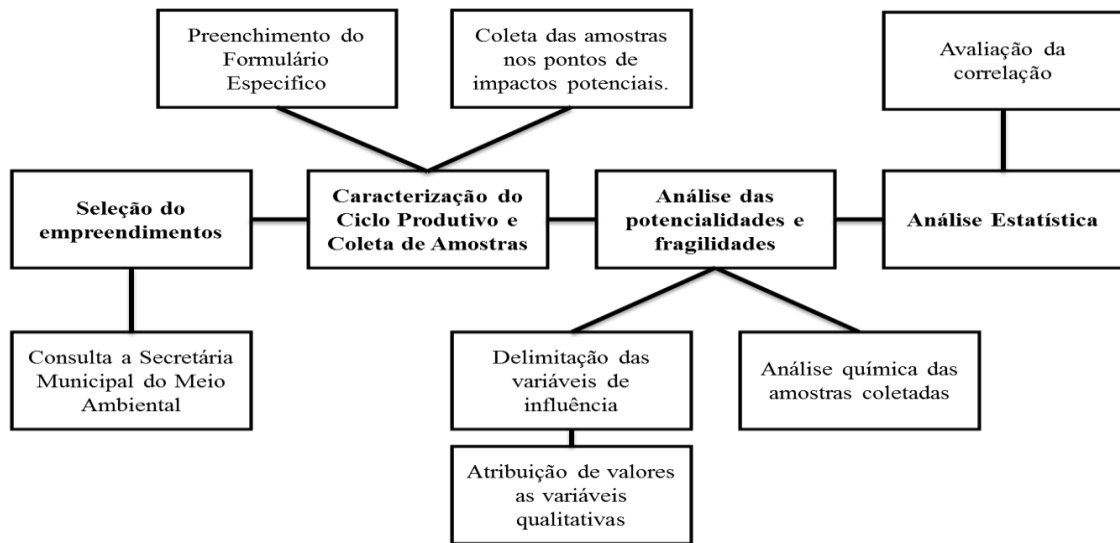


Figura 1: Fluxograma detalhado das etapas metodológica de forma cronológica

**Seleção do empreendimento de estudo:** Selecionou-se 2 empreendimentos após consulta ao setor de licenciamento da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Itabira e contato com o empreendedor responsável.

**Caracterização do Ciclo Produtivo:** A caracterização do ciclo produtivo da cachaça de alambique foi realizada a partir da descrição detalhada de todas as etapas através de um formulário específico. Onde, a base referencial para formulação do mesmo foi baseada em intensa pesquisa bibliográfica, entretanto alguns estudos em específicos abordaram esta caracterização de modo mais concreto, entre eles podemos citar as publicações do Diagnóstico da Cachaça em Minas Gerais, realizado pelo Sebrae- MG (2001), o artigo de Nigri et. al (2011) , o Memorial Econômico Sanitário da Agroindústria de Cachaça - Alambique realizado pelo SEBRAE – MG (2000) e os formulários do projeto de mesma linha de pesquisa intitulado “Caracterização dos recursos ambientais e monitoramento quanti-qualitativo de corpos d’água no Município de Itabira-MG: subsídios para implantação de unidades demonstrativas de referência quanto à proteção dos recursos hídricos” – Edital SEMAD/IGAM N.º 01/2010.

**Coleta das Amostras de Qualidade da Água:** Para melhor composição dos dados foi realizada a seleção de cinco pontos amostrais, duas vezes ao ano, sendo uma na época de chuva e outra na época de seca, cumprindo a sazonalidade e suas possíveis influências sobre os resultados obtidos para os parâmetros analisados.

**Delimitação das variáveis de influência e atribuição dos valores numéricos:** A escolha das variáveis de influência e a atribuição dos valores numéricos, baseou-se em uma série de estudos, existentes na literatura, entre eles pode-se citar os trabalhos do Sebrae (2001 e 2008) e Nigri et.al (2010), nos quais apresentam uma avaliação geral de cada etapa na produção bem como o principais impactos desta para o meio ambiente, os estudos de Elia Neto e Nakahondo (1995) e Previtteli (2011), que fazem uma descrição detalhada da composição da vinhaça e os fatores de influência para a carga orgânica desta, Vilela (2005) que apresenta o estudo da adequação de critérios de boas práticas de fabricação na avaliação de fábricas de cachaça de alambique. A partir deste foi possível obter o seguinte quadro resumo, com as variáveis e seus respectivos pesos para atribuição quantitativa:

Quadro 1: Quadro resumo com as principais variáveis de influência do empreendimento sobre o curso d'água.

Característica\ Valor	0	1	2	3	4	Peso
<b>Disposição de Dejetos</b>	Estação de Tratamento	Fossa Séptica	Fossa Seca	Fossa Negra	PVC Direto no Corrêgo	<b>3</b>
<b>Curso D'água Proximo a Fossa</b>		> 100m	50-100 m	<50 m		<b>1</b>
<b>Curso D'água Proximo ao Alambique</b>		> 100m	50-100 m	<50 m		<b>2</b>
<b>Disposição Adequada de Águas Residuárias</b>	Sim		Não			<b>1</b>
<b>Curso d'água utilizado em outra atividade</b>	Não	Piscicultura		Descendatação de Animais		<b>2</b>
<b>Curso d'água circundado por mata</b>	Sim			Não		<b>2</b>
<b>Alambique com piso impermeável</b>	Sim	Somente em algumas partes	Nenhuma Parte			<b>2</b>
<b>Armazenamento Adequado de óleos e gráxas</b>	Sim		Não			<b>1</b>
<b>Nutrientes para Fermentação</b>	Não		Sim			<b>1</b>
<b>Fermentações Indesejáveis com frequência.</b>	Não			Sim		<b>1</b>
<b>Disposição de fermentações idesejáveis.</b>	Adequada	Taque de Vinhoto	Solo		Curso d'água	<b>2</b>
<b>Tipo de Alambique</b>	Cobre	Alumínio	Outro			<b>1</b>
<b>Disposição das destilações (Cabeça/Cauda)</b>	Consumo	Taque de Vinhoto	Solo		Curso d'água	<b>2</b>
<b>Diposição do Bagaço</b>	Adequada	Solo Exposto		Diretamente no Curso d'água		<b>1</b>
<b>Disposição das Cinzas provenientes da Queima</b>	Adequada	Solo Exposto		Diretamente no Curso d'água		<b>1</b>
<b>Disposição Final do Vinhoto</b>	Alimentação Bovina	Plantação	Tanque de Vinhoto	Solo Exposto	Curso d'água	<b>4</b>
<b>Disposição do Vinhoto no solo.</b>	< 100 m³/há		> 100 m³/há			<b>2</b>

A soma final da análise completa do alambique, denominado “valor de impacto potencial”, será o parâmetro chave para avaliação final da correlação, onde quanto maior este valor maior o impacto do empreendimento sobre o meio.

**Análise Química das Amostras:** O material coletado foi acondicionado e transportado para realização de análise nos laboratórios de Química Ambiental da Universidade Federal de Itajubá, campus Itabira, cujos procedimentos metodológicos cumprem o descrito em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21<sup>st</sup> edition (APHA/AWW/WEF, 2005). Posteriormente à quantificação dos parâmetros, foi realizada a interpretação e a verificação do enquadramento dos resultados obtidos, averiguando a conformidade destes em relação aos valores estipulados pela Resolução Conama 357/05 para os parâmetros: Amônia, Nitrato, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Cor e Turbidez. Para os parâmetros de temperatura e turbidez, utilizou-se a Sonda Multi-parâmetros.

**Análise Estatística:** A análise estatística baseou-se em duas etapas chaves, a primeira, refere-se à correção dos valores quantitativos para cada parâmetro avaliado, pelo “Fator de Produção”, uma vez que empreendimentos de porte elevado tendem a produzir mais efluentes e conseqüentemente há um aumento no risco de contaminação do curso d'água. Neste sentido, o “Fator de Produção” é uma análise percentual do volume produzido diariamente, por cada alambique de estudo.



$$FP = \frac{\text{Volume de Cachaça Produzido pelo Maior Alambique}}{\text{Volume de Cachaça Produzido pelo Alambique em Análise}} \times 0,5$$

Este valor é então multiplicado pelo valor quantitativo obtido na análise química da amostra, de modo a corrigir o valor, para o porte do empreendimento, de modo a permitir uma comparação mais precisa e assim considerar apenas as técnicas de controle ambiental e fatores produtivos. A segunda etapa estatística refere-se à avaliação da correlação entre as técnicas de controle ambiental aplicadas e os fatores produtivos de influência, e os valores obtidos a partir da análise química das amostras para os parâmetros influenciados pelo empreendimento, a partir do gráfico de dispersão linear logarítmica e a conseqüentemente através do cálculo do coeficiente amostral de correlação linear de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, apresenta-se no Quadro 2 a síntese das características de cada empreendimento selecionado e vistas gerais de cada um dos empreendimentos estudados (Figuras 2 e 3).

**Quadro 2 : Quadro com as informações principais dos empreendimentos selecionados.**

	<b>Empreendimento 1</b>	<b>Empreendimento 2</b>
<b>Tempo de Atividade</b>	11 Anos	11 Anos
<b>Produção Média</b>	140 Litros/ Dia.	50L / Dia
<b>Destino Final do Produto</b>	Comércio Local	Comércio Local
<b>Valores de álcool total do destilado:</b>	44° GL.	20° GL
<b>Envelhecimento</b>	Barris de Carvalho	Não é Envelhecida.
<b>Preço Médio:</b>	R\$ 22,00 / L	R\$ 5,00/L
 		
Figura 2: Vista geral do empreendimento 1.		Figura 3: Vista geral do empreendimento 2.

Desta forma, após a caracterização do ciclo produtivo de cada alambique, a partir do formulário específico, foi possível obter o “valor de impacto potencial de cada alambique”, como dito anteriormente para o empreendimento dois considerou-se que durante a segunda amostra coletada o mesmo estava despejando vinhaça no curso hídrico, logo foi criada mais uma coluna na Tabela 1 com o valor de impacto potencial.

Tabela 1: Valor do impacto potencial de cada empreendimento.

	<b>Empreendimento 1</b>	<b>Empreendimento 2</b>	<b>Empreendimento 2 (1)</b>
Valor de Impacto Potencial	37	43	51

Como pode ser observado na Tabela 1, considerando as principais variáveis de influência sobre o recurso hídrico circundante ao empreendimento, o empreendimento com maior potencial poluidor é o empreendimento dois, principalmente quando se refere a segunda amostragem de qualidade da água, quando o mesmo despejava efluente no curso d'água.

Em seguida, analisaram-se os principais parâmetros físico-químicos do curso d'água do entorno que sofrem influências diretas dos efluentes do empreendimento. Como dito anteriormente o valor para cada parâmetro é uma média ponderada dos valores obtidos em cinco pontos amostrais realizadas duas vezes ao ano, uma vez no período seco e uma vez no período chuvoso, de modo que quanto mais próximo o ponto de amostragem do alambique, maior é o peso multiplicado do valor obtido.

Neste contexto, apresentam-se na Tabela 2 os resultados obtidos para cada parâmetro analisado para cada alambique em estudo, considerando a média ponderada proposta anteriormente.

**Tabela 2:** Resultados obtidos para os parâmetros que podem sofrer influência a partir dos efluentes da indústria da cachaça.

	<b>Empreendimento 1</b>	<b>Empreendimento 2</b>	<b>Empreendimento 2 (1)</b>	<b>Padrão Conama*</b>
Amônia	0,558	0,02	0,036	3,7
Nitrato	0,656	13,66	0,600	10,0
Turbidez	31,156	6,58	17,736	100
Cor	<b>214,5</b>	44,00	<b>125,444</b>	75,0
pH	6,587	7,14	6,612	6-9,0
Temperatura	23,185	21,94	21,611	-
DBO5	<b>9,559</b>	<b>6,93</b>	0,693	≤5,0

\*Em vermelho: valores acima do estipulado pela Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005 para águas doces de classe 2.

Como pode ser observado, apesar do empreendimento um ter sido considerado o empreendimento de menor potencial poluidor, o curso d'água circundante apresenta em quase todos os parâmetros valores superior ao do empreendimento dois, sendo que um destes extrapolou os valores estipulados pela Resolução Conama nº357/2005. Espera-se que empreendimentos com um maior número de técnicas de controle ambiental e mecanismos mitigadores, tendem a modificar o ambiente circundante em menores proporções. Logo, conclui-se que os parâmetros de qualidade da água podem sofrer influências externas ao alambique uma vez que, frente à falta de saneamento básico na zona rural, as famílias lançam o esgoto domiciliar nos cursos d'águas.

Em seguida realizou-se a construção do mosaico de gráficos de dispersão linear (vide Figura 4) conforme o proposto, de modo a obter o coeficiente amostral de correlação linear de Pearson, que indicará se existe a relação entre as técnicas de controle ambiental e os parâmetros indicadores de qualidade da água.

Os resultados apresentados na Figura 4 não foram fiéis ao esperado uma vez que a qualidade da água deveria sofrer alteração com o aumento do Valor de Impacto Potencial obtido através da

análise qualitativa de cada empreendimento em estudo. Tal fato está relacionado ao fato de que o curso d'água estudado e às proximidades do empreendimento 1 possui múltiplos usos que podem influenciar diretamente em sua qualidade.

Desta forma, os valores obtidos para o Coeficiente de Person, não devem ser considerados de forma isolada, uma vez que diversas variáveis influenciaram, não permitindo a correlação entre os parâmetros propostos. Sob outro ponto de vista, a análise integrada entre os resultados analíticos durante o ciclo sazonal ratificam o resultado obtido pela estatística descrita, pois demonstram que no período de entressafra, coincidente com extremos de chuvas, os parâmetros de qualidade da água diminuíram suas concentrações em variáveis indicadoras de poluições provenientes tanto de esgotos domésticos como característicos d o vinhoto ou vinhaça.

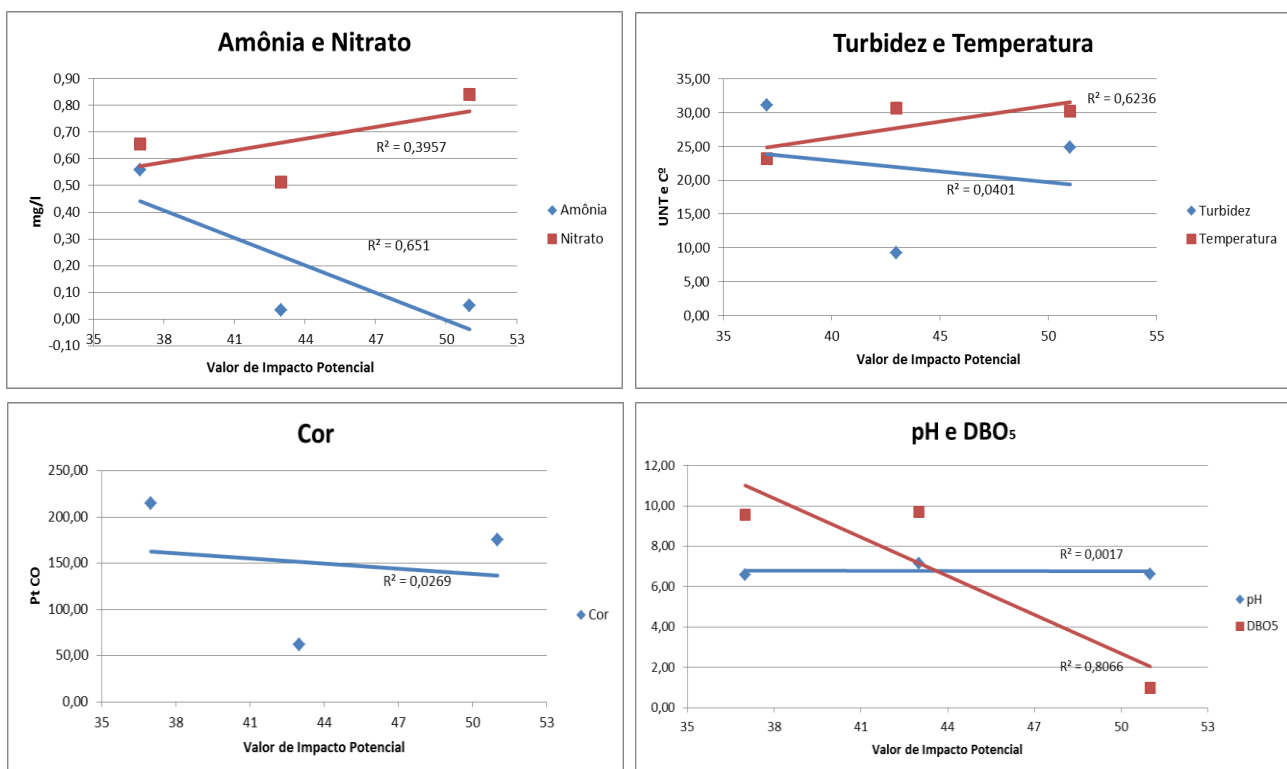


Figura 4: Gráficos de correlação entre os parâmetros de qualidade da água e o Valor de Impacto Potencial para os parâmetros Amônia, Nitrato, Cor, Turbidez, Temperatura, pH e DBO.

Nesse contexto, foi possível fomentar uma metodologia relativamente nova, uma vez que contou com um formulário específico bem como uma tabela de valores e pesos exclusiva a este trabalho, mesmo que baseada em diversos outros estudos já existentes na literatura, ou seja, o estudo não visava apenas adquirir um resultado positivo quanto a correlação, mas também verificar como se comportava na prática tal metodologia. No que se refere a esse objetivo secundário, pode-se concluir que foi obtido com sucesso, pois tal estudo permitiu a visualização do método de uma maneira geral e prática, além de ter permitido compreender as limitações e as futuras modificações que deveriam ser realizadas para obtenção de melhores resultados. Ou seja, mesmo que a priori seja difícil a aplicabilidade deste método para distintos empreendimentos, visto que a maior parte dos cursos d'água apresentam muitos interferentes, algumas medidas, entretanto podem ser

acrescentadas ao mesmo, como a realização de ensaios controlados e tendo como corpo receptor amostras de água de ambientes protegidos e a análise da vinhaça, efluente de extrema relevância quando se trabalha com cachaça de alambique.

## CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos, pode-se concluir que a metodologia utilizada não pode ser replicada da maneira isolada, pois para esse estudo não se pode considerar que o curso hídrico sofre influência apenas dos empreendimentos em estudo.

Os resultados avaliados de forma integrada ratificam a afirmação acima, ou seja, no período de entressafra, coincidente com o período de chuvas, o processo de autodepuração e de não lançamento de efluente registram a diminuição das concentrações dos parâmetros físico-químicos, indicadores de presença de matéria orgânica e de poluição recente originada tanto por efluentes domésticos como da vinhaça.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI (Campus Itabira)  
Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq  
À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - Fapemig

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Publicada no DOU no 53, de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58-63.
- NIGRI, E. M., LEITE, W. O., FARIA, P. E., FILHO, E. R. Produção Integrada: Aplicação De Novas Tecnologias E Formas De Gestão Para Diminuição De Custos E Impactos Ambientais No Processo De Produção De Cachaça. Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Ed. ABECM. Belo Horizonte, 2011.
- PIRES, R. A. P., FERREIRA, O. M. Utilização Da Vinhaça Na Bio-Fertirrigação Da Cultura Da Cana-De-Açúcar: Estudo De Caso Em Goiás Utilização Da Vinhaça Na Bio-Fertirrigação Da Cultura Da Cana-De-Açúcar. Universidade Católica de Goiás. Goiânia – GO, 2008.
- PRADA, S.M.; GUEKEZIAN, M.; SUAREZ-ILHA, M.E.V. Metodologia analítica para a determinação de sulfato em vinhoto. Artigo aceito pelo Instituto de Química - Universidade de São Paulo . 1997.
- PREVITALI, N. R. Uso de vinhaça para fertirrigação / Noemi Rafaela Previtali. -- Araçatuba, SP: Fatec, 2011.
- SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS – SEBRAE, MG. Diagnóstico da Cachaça de Minas Gerais. Belo Horizonte: IEL/ NC, 2001.
- SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS – SEBRAE, MG. Memorial Econômico Sanitário Agroindústria De Cachaça- Alambique. Belo Horizonte: IEL/ NC, 2000.
- SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DO ESPÍRITO SANTO – SEBRAE, ES. Recomendações de Controle Ambiental Para Produção de Cachaça. Vitória: IEL/ NC, 2001.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Termo de referência para o Workshop Tecnológico – Vinhaça. Jaboticabal, 2007.