



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS NO PERFIL DE LEITOS CULTIVADOS NO
TRATAMENTO DE EFLUENTE**

Maira Lopes D'Ávila

BRASÍLIA/DF

2016



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS NO PERFIL DE LEITOS CULTIVADOS NO
TRATAMENTO DE EFLUENTE**

Maíra Lopes D'Ávila

ORIENTADOR: Prof. Dr. Delvio Sandri

BRASÍLIA/DF

2016

MAÍRA LOPES D'ÁVILA

**ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS NO PERFIL DE LEITOS CULTIVADOS NO
TRATAMENTO DE EFLUENTE**

Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Delvio Sandri

**BRASÍLIA
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

D'Ávila, Maíra Lopes.

Atributos físico-químicos no perfil de leitos cultivados no tratamento de efluente/ Maíra Lopes D'Ávila. Orientação: Delvio Sandri, Brasília, 2016.
Monografia – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016

96 p: il.

1. Lírio do Brejo. 2. Taboa. 3. Papiro gigante. 4. Fluxo Subsuperficial. 5.

Esgoto. I. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária / Universidade de Brasília. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

D'ÁVILA, M.L. **Atributos físico-químicos no perfil de leitos cultivados no tratamento de efluente**. 2016. 96 p. Monografia (Curso de Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: MAÍRA LOPES D'ÁVILA

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO

GRAU: 3º ANO: 2016

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Maíra Lopes D'Ávila

E-mail: maira_l.davila@hotmail.com

MAÍRA LOPES D'ÁVILA

Atributos físico-químicos no perfil de leitos cultivados no tratamento de efluente

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovado em 12 de julho de 2016 .

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Delvio Sandri
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –
Universidade de Brasília
Orientador

Prof. Dr. Gervásio Fernando Alves Rios
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária –
Universidade de Brasília
Examinador

Prof. Dr. João José da Silva Júnior - Faculdade de
Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de
Brasília
Examinador

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre
ofereceram o melhor para seus filhos.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar para o caminho da sabedoria e do bem com muita saúde.

Aos meus pais, que durante toda minha vida sempre me apoiaram e incentivaram os estudos. Ao meu irmão que sempre esteve do meu lado.

Aos meus amigos de curso Wolney Pessoa, Patrícia Santos e Paulo Ricardo Oliveira por toda a amizade, companheirismo, paciência e momentos felizes juntos, vou leva-los em meu coração por toda a vida.

À minha querida amiga Amanda Monteiro que sempre esteve ao meu lado durante toda essa jornada.

À Universidade de Brasília pelo suporte para que eu possa tornar meu sonho de graduação realidade.

Ao meu professor e orientador Delvio Sandri por toda a paciência, ajuda e orientação para o meu curso e a este trabalho.

À Mestranda Ana Paula Reis por todo o ensinamento passado na construção desta pesquisa.

Ao Sr. José, trabalhador da Fazenda Água Limpa, que me ajudou durante todos os dias de pesquisa.

Não sabendo que era impossível, ele foi lá e fez.
Jean Cocteau

RESUMO

Objetivou-se avaliar os atributos físicos e químicos no perfil vertical e horizontal de quatro leitos construídos, sendo um sem cultivo de macrófitas, um leito cultivado (LC) com *Typha sp.* (Taboa), um com *Cyperus papyrus Linn.* (Papiro brasileiro) e outro com *Hedychium coronarium* (Lírio do brejo). Os LC foram construídos em paralelo com fluxo subsuperficial, preenchidos com brita n° 2, com porosidade de 50%. O experimento foi realizado na Fazenda Água Limpa (FAL), pertencente à Universidade de Brasília (UnB). Os leitos foram construídos em estruturas retangulares de fibra de vidro acentados sobre o solo, possuindo 6,5 m x 2,5 m x 0,50 m (comprimento, largura e altura) com volume útil total dos leitos de 15,28 m³. Instalou-se 16 torneiras (pontos de coleta de efluente) em uma das laterais de cada leito, sendo quatro posicionadas a 0,20 m no início (entrada), quatro a 1/3, quatro a 2/3 e quatro a 0,20 m do final do leito (saída), nas profundidades de 0,05 m, a 1/3, a 2/3 e 0,45 m contados a partir da superfície do leito, a partir de cada torneira sai um tubo de prolongamento para captação do efluente na posição central do leito. A avaliação do sistema foi realizada no período de setembro de 2015 a abril de 2016. Também se avaliou o efluente antes da entrada do mesmo nos leitos, quanto aos atributos oxigênio dissolvido, condutividade elétrica (CE), pH, temperatura, alcalinidade e turbidez, totalizando 65 pontos avaliados por campanha de coleta. As campanhas de coleta foram realizadas nas datas de 1/9, 16/9, 5/11 e 16/11 de 2015 e 4/4 e 20/4 de 2016, às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h. O valor de CE do efluente antes da entrada dos leitos, em valor absoluto, é inferior aos obtidos em todos pontos avaliados e leitos; no LC com lírio do brejo e sem planta, a CE é maior que no LC com papiro brasileiro, mas similar ao LC com taboa. Os leitos cultivados com as macrófitas apresentam maiores valores de oxigênio dissolvido quando comparados com o leito de controle. Os valores de pH na entrada são menores em relação aos pontos finais do LC. A turbidez em todos os leitos apresenta elevada redução a partir da entrada em direção à saída do efluente nos LC. A temperatura em todos os pontos nos LC com taboa e papiro brasileiro é menor em relação ao LC com lírio do brejo e leito controle, sendo que nestes últimos há menor variação entre os pontos avaliados. A alcalinidade é maior na posição inicial (entrada) em relação aos últimos pontos (saída), em todos os leitos. Os índices de todos os atributos avaliados atendem aos padrões estabelecidos por Resoluções do Conama para lançamento em cursos de água de Classe 2 e para uso na irrigação.

Palavras-chave: Efluente; tratamento; taboa; papiro brasileiro; Lírio do brejo.

ABSTRACT

Intended to evaluate physical and chemical attributes on the vertical and horizontal profile of four wetlands built, being a cultivation of macrophytes, other wetlands (LC) with *Typha* SP. (Cattail), one with *Cyperus papyrus* Linn. (Papyrus) and another with *Hedychium coronarium* (Lily of the swamp). The LC were built in parallel and subsurface flow, filled with gravel n°2, with porosity of 50%. The experiment was carried out on the farm Água Limpa (FAL), belonging to the University of Brasília (UnB). The wetlands were built in rectangular fiberglass structures arranged on the ground, measuring 6.5m x 2.5m x 0.50m (length, width and depth) with total useful volume of wetlands of 15,28m³. Installed 16 taps in one of the sides of the wetlands, four position at 0,20m beginning (input) , four at 1/3, four at 2/3 and four at 0.20m the wetlands ending (exit), in the depths of 0.05 m from the surface of de wetlands, with an extension tube to capture of the effluent in the central position of the bed. The evaluation of the system was carried out in the period September 2015 to April 2016. Also evaluated the effluent before the entry of the same wetlands as for attributes dissolved oxygen, electric conductivity (EC), pH, temperature, turbidity and alkalinity, totaling 65 spots assessed by collecting campaign. The analyses of the attributes were performed for the dates of 9/1, 9/16, 11/5 and 11/16 of 2015 and 4/4 and 4/20 of 2016, at 8:00, 11:00, 14:00 and 17:00h. The value of EC of effluent before the entry of the wetlands, in absolute value, is less than that obtained in all wetlands; in LC with Lily of the bog and without plant, the EC is greater than in the LC with Brazilian Papyrus, but equal to the LC with Cattail. The wetlands with the macrophytes feature higher values of dissolved oxygen, compared with the control. All wetlands have submitted pH elevation from the entrance to the endpoints of the wetlands. The turbidity in all wetlands presents high reduction in the entrance towards the exit of the effluent. There are greater temperature reduction at all points on the wetlands with Cattail and Brazilian Papyrus in relation to the LC with Lily of the swamp and bed control and in these last there is less variation between the points assessed. Alkalinity is higher in initial position (inbound) in relation to the last points (output), in all wetlands. Even with the large flow variations throughout the day and between the days of collection, in all wetlands, observed rates of all attributes meet the standards set by Resolutions of Conama for release on waterways of Class 2 and for use in irrigation.

Keywords: Effluent; treatment; Cattail; Papyrus; Lily of the swamp

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. PLANTA BAIXA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DO ESGOTO (ETE/FAL/UNB).	28
FIGURA 2. CORTE TRANSVERSAL (A) E LONGITUDINAL (B) DOS LEITOS DE CULTIVOS.	29
FIGURA 3. DISPOSIÇÃO DOS LEITOS E VISUALIZAÇÃO DAS MACRÓFITAS APÓS 390 DIAS APÓS O TRANSPLANTIO.....	30
FIGURA 4. VISUALIZAÇÃO DAS TORNEIRAS INSTALADAS NA LATERAL DOS LEITOS CULTIVADOS.....	31
FIGURA 5. VISUALIZAÇÃO DE QUATRO TORNEIRAS INSTALADAS NA LATERAL DO LEITO.....	32
FIGURA 6. TUBULAÇÕES NO CENTRO DO LEITO QUE CONDUZ O EFLUENTE PARA CADA PONTO DE COLETA (TORNEIRAS).	32
FIGURA 7. VISTA SUPERFICIAL DOS LEITOS CULTIVADOS MOSTRANDO A DISPOSIÇÃO DAS PLANTAS. ...	33
FIGURA 8. VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, EM $\mu\text{S CM}^{-1}$, PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LC COM TABOA.	38
FIGURA 9. VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, EM $\mu\text{S CM}^{-1}$, PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LC COM PAPIRO BRASILEIRO.	38
FIGURA 10. VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, EM $\mu\text{S CM}^{-1}$, PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LC COM LÍRIO DO BREJO.....	39
FIGURA 11. VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, EM $\mu\text{S CM}^{-1}$, PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LEITO CONTROLE.	40
FIGURA 12. VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, EM $\mu\text{S CM}^{-1}$, PARA DIFERENTES PONTOS E HORAS DE COLETA NO LEITO COM TABOA.	41
FIGURA 13. VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, EM $\mu\text{S CM}^{-1}$, PARA DIFERENTES PONTOS E HORAS DE COLETA NO LC COM PAPIRO BRASILEIRO.	41
FIGURA 14. VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, EM $\mu\text{S CM}^{-1}$, PARA DIFERENTES PONTOS E HORAS DE COLETA NO LC COM LÍRIO DO BREJO.....	42
FIGURA 15. VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, EM $\mu\text{S CM}^{-1}$, PARA DIFERENTES PONTOS E HORAS DE COLETA NO LEITO CONTROLE.	42
FIGURA 16. VALORES DE PH E COMPARAÇÃO PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LC COM TABOA	45
FIGURA 17. VALORES DE PH E COMPARAÇÃO PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LC COM PAPIRO BRASILEIRO	45
FIGURA 18. VALORES DE PH E COMPARAÇÃO PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LC COM LÍRIO DO BREJO.....	46
FIGURA 19. VALORES DE PH E COMPARAÇÃO PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LEITO CONTROLE.....	46
FIGURA 20. VALORES DE PH E COMPARAÇÃO PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIO DE COLETA NO LC COM TABOA	47
FIGURA 21. VALORES DE PH E COMPARAÇÃO PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIO DE COLETA NO LC COM PAPIRO BRASILEIRO	47
FIGURA 22. VALORES DE PH E COMPARAÇÃO PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIO DE COLETA NO LC COM LÍRIO DO BREJO.....	48
FIGURA 23. VALORES DE PH E COMPARAÇÃO PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIO DE COLETA NO LEITO CONTROLE	48
FIGURA 24. VALORES DE TURBIDEZ, EM UNT, EM DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LC COM TABOA.	50
FIGURA 25 VALORES DE TURBIDEZ, EM UNT, EM DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LC COM PAPIRO BRASILEIRO.....	50

FIGURA 26. VALORES DE TURBIDEZ, EM UNT, EM DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LC COM LÍRIO DO BREJO.....	51
FIGURA 27. VALORES DE TURBIDEZ, EM UNT, EM DIFERENTES PONTOS E DATAS DE COLETA NO LEITO CONTROLE.....	51
FIGURA 28. VALORES DE TEMPERATURA, EM °C, PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS AVALIADOS NO LC COM TABOA	54
FIGURA 29. VALORES DE TEMPERATURA, EM °C, PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS AVALIADOS NO LC COM PAPIRO BRASILEIRO.	54
FIGURA 30. VALORES DE TEMPERATURA, EM °C, PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS AVALIADOS NO LC COM LÍRIO DO BREJO.....	55
FIGURA 31. VALORES DE TEMPERATURA, EM °C, PARA DIFERENTES PONTOS E DATAS AVALIADOS NO LEITO CONTROLE.	55
FIGURA 32. VALORES DE TEMPERATURA, EM °C, PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIOS AVALIADOS NO LC COM TABOA.....	56
FIGURA 33. VALORES DE TEMPERATURA, EM °C, PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIOS AVALIADOS NO LC COM PAPIRO BRASILEIRO.....	57
FIGURA 34. VALORES DE TEMPERATURA, EM °C, PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIOS AVALIADOS NO LC COM LÍRIO DO BREJO.....	57
FIGURA 35. VALORES DE TEMPERATURA, EM °C, PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIOS AVALIADOS NO LEITO CONTROLE.	58
FIGURA 36. VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, MG L ⁻¹ DE O ₂ , NO LC COM TABOA, PARA DIFERENTES DATAS E PONTOS AVALIADOS.	60
FIGURA 37. VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, MG L ⁻¹ DE O ₂ , NO LC COM PAPIRO BRASILEIRO, PARA DIFERENTES DATAS E PONTOS AVALIADOS.....	60
FIGURA 38. VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, MG L ⁻¹ DE O ₂ , NO LC COM LÍRIO DO BREJO, PARA DIFERENTES DATAS E PONTOS AVALIADOS.....	61
FIGURA 39. VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, MG L ⁻¹ DE O ₂ , NO LEITO DE CONTROLE, PARA DIFERENTES DATAS E PONTOS AVALIADOS.....	61
FIGURA 40. VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, MG L ⁻¹ DE O ₂ , NO LC COM TABOA, PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIOS AVALIADOS	62
FIGURA 41. VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, MG L ⁻¹ DE O ₂ , NO LC COM PAPIRO BRASILEIRO, PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIOS AVALIADOS.....	63
FIGURA 42. VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, MG L ⁻¹ DE O ₂ , NO LC COM LÍRIO DO BREJO, PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIOS AVALIADOS	63
FIGURA 43. VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, MG L ⁻¹ DE O ₂ , NO LEITO CONTROLE, PARA DIFERENTES PONTOS E HORÁRIOS AVALIADOS	64
FIGURA 44. VALORES DE ALCALINIDADE TOTAL, EM MG L ⁻¹ DE CaCO ₃ , NO LC COM TABOA, PARA DIFERENTES DATAS E PONTOS AVALIADOS.....	65
FIGURA 45. VALORES DE ALCALINIDADE TOTAL, EM MG L ⁻¹ DE CaCO ₃ , NO LC COM PAPIRO BRASILEIRO, PARA DIFERENTES DATAS E PONTOS AVALIADOS	66
FIGURA 46. VALORES DE ALCALINIDADE TOTAL, EM MG L ⁻¹ DE CaCO ₃ , NO LC COM LÍRIO DO BREJO, PARA DIFERENTES DATAS E PONTOS AVALIADOS.....	66
FIGURA 47. VALORES DE ALCALINIDADE TOTAL, EM MG L ⁻¹ DE CaCO ₃ , NO LEITO DE CONTROLE, PARA DIFERENTES DATAS E PONTOS AVALIADOS.....	67

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE ESGOTO E DESCRIÇÃO DE PARÂMETROS.....	18
TABELA 2. DESCRIÇÃO DE PARÂMETROS DOS LEITOS CULTIVADOS DE FLUXO SUBSUPERFICIAL DA ETE/FAL/UNB.....	29
TABELA 3. CRITÉRIOS TÉCNICOS DE PROJETO E ESTIMADOS DOS LEITOS CULTIVADOS DE FLUXO SUBSUPERFICIAL DA ETE/FAL/UNB, CONSIDERANDO UMA VAZÃO MÁXIMA DE $3,5 \text{ m}^3 \text{ DIA}^{-1}$	30
TABELA 4. PARÂMETROS AVALIADOS E SEUS RESPECTIVOS MÉTODOS E FREQUÊNCIA DE ANÁLISE	34
TABELA 5. CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, EM $\mu\text{S cm}^{-1}$, NO EFLUENTE ANTES DA ENTRADA DO MESMO NOS LEITOS, NAS DIFERENTES DATAS DE MEDIDA.....	36
TABELA 6. MÉDIA DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA ($\mu\text{S cm}^{-1}$) PARA AS DIFERENTES POSIÇÕES DOS LEITOS.....	37
TABELA 7. VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, EM $\mu\text{S cm}^{-1}$, NO EFLUENTE DE ENTRADA NOS LEITOS PARA DIFERENTES HORAS DE COLETA.....	40
TABELA 12. VALORES DE PH NO EFLUENTE DE ENTRADA NOS LEITOS CONSTRUÍDOS, NAS DIFERENTES DATAS DE MEDIDA.....	43
TABELA 13. VALORES DE PH NO EFLUENTE ANTES DA ENTRADA NOS LEITOS PARA DIFERENTES HORÁRIOS DE MEDIDA.....	44
TABELA 14. MÉDIA GERAL DO PH PARA DIFERENTES POSIÇÕES E LEITOS.....	44
TABELA 19. VALORES DE TURBIDEZ, EM UNT, NO EFLUENTE DE ENTRADA NOS LEITOS CONSTRUÍDOS, NAS DIFERENTES DATAS DE MEDIDA.....	50
TABELA 24. VALORES DE TEMPERATURA, EM $^{\circ}\text{C}$, NO EFLUENTE ANTES DE ENTRADA NOS LEITOS CULTIVADOS EM DIFERENTES DATAS DE MEDIDA.....	52
TABELA 25. VALORES DE TEMPERATURA, EM $^{\circ}\text{C}$, NO EFLUENTE ANTES DA ENTRADA DO MESMO PARA OS LEITOS, PARA DIFERENTES HORÁRIOS DE MEDIDA.....	52
TABELA 26. MÉDIA GERAL DA TEMPERATURA, EM $^{\circ}\text{C}$, NOS LEITOS.....	53
TABELA 31. VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, MG L^{-1} DE O_2 , NO EFLUENTE DE ENTRADA DOS LEITOS PARA DIFERENTES DATAS DE MEDIÇÃO.....	59
TABELA 32. MÉDIA GERAL DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO, MG L^{-1} DE O_2 , NOS LEITOS.....	59
TABELA 33. VALOR MÉDIO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO, MG L^{-1} DE O_2 , NO EFLUENTE ANTES DA ENTRADA NOS LEITOS.....	62
TABELA 38. VALORES DE ALCALINIDADE TOTAL, EM MG L^{-1} DE CaCO_3 , NO EFLUENTE ANTES NA ENTRADA DOS LEITOS CULTIVADOS, PARA DIFERENTES DATAS E PONTOS AVALIADOS.....	65

SUMÁRIO

RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE TABELAS.....	XIII
INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 GERAL.....	17
2.2 ESPECÍFICOS.....	17
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTO.....	17
3.3 LEGISLAÇÃO SOBRE TRATAMENTO DE ESGOTO.....	20
3.4 TRATAMENTO DE ESGOTO COM LEITOS CULTIVADOS COM MACRÓFITAS.....	21
3.5 USOS DE MACRÓFITAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	22
3.6 MATERIAIS DO MEIO DE SUPORTE EM LEITOS CULTIVADOS.....	25
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO.....	26
4.2 ORIGEM DO ESGOTO.....	26
4.3.1 <i>Planta baixa ETE/FAL/UnB</i>	27
4.3.2 <i>Leitos de cultivos</i>	29
4.3.3 <i>Pontos de coleta do efluente</i>	31
4.4 MACRÓFITAS NOS LEITOS DE CULTTIVO.....	33
4.5 AMOSTRAS DE EFLUENTE E PARÂMETROS AVALIADOS.....	33
4.6 DADOS METEOROLÓGICOS.....	34
4.7 ANÁLISES DOS DADOS.....	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE).....	36
5.2 POTENCIAL HIDROGENEÔNICO (PH).....	43
5.3 TURBIDEZ.....	49
5.4 TEMPERATURA DO EFLUENTE.....	52
5.5 OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD).....	58
5.6 ALCALINIDADE TOTAL.....	65
6. CONCLUSÕES.....	68
7. REFERÊNCIAS.....	69
8. ANEXOS.....	73

INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2002) 52,2% da população brasileira possui serviço de esgotamento sanitário em suas residências. O restante que não possui esse serviço correm riscos de contrair diversas doenças, no mundo 88% das mortes por diarreias são causadas pelo saneamento inadequado (KRONEMBERGER, 2013), sendo a segunda maior causa de mortes em crianças menores de 5 anos (UNICEF, 2009).

Devido a essas estatísticas cada vez mais se faz necessário o desenvolvimento de tecnologias que facilitem o tratamento de esgoto, com materiais de baixo custo e que possa atingir cada vez mais a população, principalmente a de meio rural.

Nos dias atuais há uma grande preocupação quanto o uso da água potável, elaborando soluções para tratamento da água, para que possa ser reutilizada e evitando desperdícios. De acordo com a Agência Nacional de águas, (2015) 70% do abastecimento da água no Brasil são utilizadas para agricultura. Assim há uma atenção maior para a diminuição de consumo de água para essa área.

Existe diversas alternativas para o tratamento de esgoto sanitário, uma delas é o tratamento por leitos construídos, onde é cultivada espécies de macrófitas aquáticas, em um leito onde há um fluxo do efluente e um meio de suporte, como britas, areia e outros, que em conjunto promove a remoção de substâncias poluidoras (BARRETO, 2005). Esses meios de cultivo apresentam benefícios como ser um sistema natural, e um tratamento de menor custo e manutenção.

Na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB) possui uma área de aproximadamente 4.340 ha destinada à preservação, a conservação e a produção. Possui uma infraestrutura básica voltada ao ensino, pesquisa e extensão com ênfase às áreas de Agronomia, Biologia, Engenharia Florestal e Medicina Veterinária.

Nela, são recebidos alunos, funcionários e professores diariamente, com isso são gerados resíduos líquidos, prioritariamente de descargas sanitárias e cozinha. Por sua composição é caracterizado como esgoto

doméstico, tendo uma vazão variável ao longo do dia e entre os dias da semana.

O tratamento desse esgoto doméstico é realizado em duas etapas, a primeira constituída de tanques sépticos e a segunda que é dividida entre quatro leitos, um sem cultivo (o controle) e os outros três leitos cultivados, após o tratamento, esse efluente é derivado para valas de infiltração ou fornecido para a irrigação.

Desta forma, objetivou-se avaliar o efluente no perfil vertical e horizontal de quatro leitos construídos, considerando 16 pontos de coleta na lateral de cada leito e um ponto representativo do efluente de entrada nos leitos medindo-se o oxigênio dissolvido, pH, temperatura, condutividade elétrica, alcalinidade e turbidez.

Para que se possa classificá-lo como adequado para reuso da água na irrigação.

2.OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar os parâmetros físico-químicos no perfil de leitos cultivados com diferentes espécies de macrófitas no tratamento de esgotos doméstico derivados de tanques sépticos.

2.2 ESPECÍFICOS

Avaliar os atributos oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, temperatura, condutividade elétrica, alcalinidade e turbidez, no perfil vertical e horizontal de quatro leitos construídos de fluxo subsuperficial, sendo um deles controle ou sem planta (leito 1), Lírio do brejo (leito 2), papiro-brasileiro (leito 3) e taboa (leito 4).

3.REVISÃO DA LITERATURA

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO ESGOTO

A classificação do esgoto varia de acordo com o uso na qual a água foi submetida (VON SPERLING, 2005). De acordo com a NBR 9648 ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997), esgoto sanitário é o despejo líquido constituído de esgoto doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. Nela têm-se dois tipos de esgoto sanitário, o doméstico e o industrial. Que é classificado de acordo com seu uso. Assim podemos classificar o esgoto sanitário tratado nesta pesquisa, como esgoto sanitário doméstico.

Ainda segundo a norma, os esgotos domésticos são resultantes do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas. São comuns resíduos de residências, áreas comerciais ou qualquer edificação que contenha instalações de banheiros, lavanderias, cozinhas ou qualquer dispositivo de utilização de água para fins domésticos. São constituídos essencialmente de água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, sabão, detergentes e águas de lavagem (JORDÃO & PESSOA, 2005)

Os esgotos domésticos são constituídos por 99,9% de água e o restante, 0,1%, de sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microrganismos. Esse meio com microrganismos é o causador de problemas ambientais, pois a maioria é unicelular, consumidor de matéria orgânica e de oxigênio e, provável causador de patógeno à vida animal em geral (VON SPERLING, 2014).

Ainda segundo Von Sperling, pode-se dividir em três parâmetros que definem a qualidade do esgoto, são eles físicos químicos e biológicos. As principais características físicas de esgotos e descrição desses parâmetros são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 Características físicas de esgoto e descrição de parâmetros.

Parâmetro	Descrição
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • Ligeiramente superior à da água de abastecimento • Variação conforme as estações do ano (mais estável que a temperatura do ar). • Influência na atividade microbiana • Influência na solubilidade dos gases • Influência na velocidade de reações químicas • Influência na viscosidade do líquido
Cor	<ul style="list-style-type: none"> • Esgoto fresco: ligeiramente cinza • Esgoto séptico: cinza escuro ou preto
Odor	<ul style="list-style-type: none"> • Esgoto fresco: odor oleoso, relativamente desagradável • Esgoto séptico: odor fétido (desagradável), devido ao gás sulfídrico e a outros produtos da decomposição • Despejos industriais: odores característicos
Turbidez	<ul style="list-style-type: none"> • Causada por uma grande variedade de sólidos em suspensão • Esgotos mais frescos ou mais concentrados: geralmente maior turbidez.

Fonte: Qasim apud von Sperling, 2005 (adaptado).

Como parâmetros químicos têm os sólidos totais, orgânicos e não orgânicos, que podem estar em suspensão, dissolvidos ou sedimentados. Outro parâmetro químico é o quantitativo de oxigênio, sua demanda química e bioquímica, quantidade consumida e quantidade de carbono, que é a conversão de carbono orgânico para gás carbônico. Temos outros parâmetros químicos como a quantidade de nitrogênio (nitrogênio orgânico, nitrato, nitrito e amônia); fósforo (orgânico e inorgânico); pH; alcalinidade; cloretos; óleos e graxas (VON SPERLING, 2005).

De acordo com a FUNASA (2004), as principais características químicas do esgoto doméstico podem ser classificadas em orgânico e

inorgânico. Onde cerca de 70% dele é constituído por matéria orgânica, que é uma combinação de carbono, hidrogênio e oxigênio, e algumas vezes por nitrogênio. Esse grupo de matéria orgânica pode ser composto de proteínas (40% a 60%), carboidratos (25% a 50%), gorduras e óleos (10%) e ureia, sulfatans, fenóis, etc.

A quantidade de oxigênio dissolvido (OD) nos corpos de água é um indicador primário da qualidade da água. Pois quando a concentração de oxigênio dissolvido da água está abaixo de valores aceitáveis, afeta significativamente a biota aquática e também pode impedir o uso da água para diferentes fins. Esta concentração é resultante de interação de diversos processos (JANZEN; SCHULZ; LAMON, 2008)

Esse indicador é medido em mg L^{-1} . Por ser um elemento pouco solúvel em água, o oxigênio tem sua solubilidade que depende da pressão (altitude), temperatura e sais dissolvidos, normalmente a concentração de saturação está em torno de 8 mg L^{-1} a 25°C entre 0 e 1.000 m de altitude). (VALENTE, JOSÉ PEDRO SERRA; PADILHA, PEDRO MAGALHÃES; SILVA, 1997)

A medição da concentração de OD pode ser realizada em laboratório pelo método Winkler, esse método se baseia na adição da solução de Mn^{+2} e de iodeto alcalino de potássio na amostra. Resultando em uma mistura, onde se observa um precipitado marrom na solução, que indica que ocorreu processo de oxidação do Mn^{+2} para Mn^{+3} . Com a acidificação desta solução ocorre o processo de redução do Mn^{+2} e a oxidação do iodo para iodo livre. Ou seja, a concentração de oxigênio dissolvido na amostra equivale à concentração de iodo livre presente na mesma (VARGAS, A.V.; VIEIRA, E.S.; NUNES, 2007).

Pode também ser medida por um aparelho chamado Oxímetro, um aparelho eletrônico (com uma sonda) que apresentam valores aproximados dos valores obtidos pela titulometria (MIRANDA; APARECIDO; MIRANDA, 2011).

A quantidade de oxigênio dissolvido é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. Onde quanto menor a quantidade de oxigênio dissolvido, maior o prejuízo na biota aquática e aumenta a proliferação de algas (VON SPERLING, 2014).

Ainda segundo Von Sperling (2014) as principais características biológicas do esgoto são a presença de microrganismos como bactérias, fungos, protozoários, vírus e as algas. Esses microrganismos tem como função principal a transformação da matéria dentro do ciclo biogeoquímico, reações de conversão da matéria orgânica e inorgânica.

3.3 LEGISLAÇÃO SOBRE TRATAMENTO DE ESGOTO

A legislação que compete o tratamento de esgoto é do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), onde tem o dever de estabelecer normas e critérios para o licenciamento de atividades em todo território nacional (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1981).

No dia 13 de maio de 2011 foi criada a RESOLUÇÃO Nº 430 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, no Art. Nº3 estabelece que todo aquele efluente, que foi alterado por qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Devem ser seguidas as normas estabelecidas para que não haja complicações como acarretar efeitos tóxicos agudos ou crônicos em organismos aquáticos ou inviabilizar o abastecimento das populações (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA, 2011).

Ainda segundo CONAMA (2011), para as condições de lançamento de efluentes devem apresentar:

- PH entre 5 a 9;
- Temperatura inferior a 40°C;
- Materiais sedimentáveis de até 1 mL L⁻¹ em teste de 1 hora em cone Imhoff; com regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor;
- Conter óleos minerais de até 20 mg L⁻¹; óleos vegetais e gorduras animais de até 50 mg L⁻¹;
- Não possuir materiais flutuantes;

- E a demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C) com remoção mínima de 60% de DBO.

Este também estabelece quantidades máximas de parâmetros inorgânicos que devem conter no efluente para ser lançado diretamente no corpo receptor.

3.4 TRATAMENTO DE ESGOTO COM LEITOS CULTIVADOS COM MACRÓFITAS

O termo Leito Cultivado (LC) pode ser classificado como um sistema natural onde está relacionado à tecnologia de tratamento de águas residuais com princípios físicos, químicos e biológicos, aperfeiçoando e transformando os poluentes dos efluentes. O LC é semelhante a locais como várzeas por apresentar semelhança básica de serem ambientes saturados por águas superficiais ou subterrâneas e onde se tem o cultivo de espécies dependentes de água, do meio de suporte, podendo ser areia, brita ou outro material, nutrientes e microrganismos associados que são os principais responsáveis pela remoção dos contaminantes (VALENTIM, 2003).

Várzeas naturais e os LC são distintos, pois, LC operam com vazão afluyente controlada e relativamente estável, pois se trata de um sistema de tratamento, em contraste com a grande variabilidade da vazão encontrada nos ambientes naturais. Como resultado, os organismos que vivem nos LC são mais susceptíveis às variações de vazão, da concentração de Sólidos Suspensos Totais (SST), da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e de outros poluentes que por vezes apresentam valores superiores aos encontrados nas condições naturais (EPA, 2000).

Os leitos de cultivo podem ser classificados de acordo com o sentido e nível do fluxo d'água apresentado são eles superficial, vertical ou sub-superficial:

- Fluxo superficial – onde o nível d'água está sobre uma área com uma lâmina que geralmente varia de 10 à 30 cm de altura.
- Fluxo vertical – este o nível d'água fica abaixo da camada filtrante é um sistema semelhante à um filtro de vazão vertical preenchido por algum material de suporte como a brita.

- Fluxo sub-superficial – este sistema é considerado um filtro lento horizontal em que o meio filtrante é o meio de suporte das raízes das plantas e onde se desenvolve o biofilme. Este o nível d'água esta sempre abaixo da superfície do meio e tem variação de percolação (BARRETO, 2005).

Ainda segundo Barreto (2005), a escolha do tipo de fluxo depende do tipo de tratamento que se deseja (secundário ou terciário), a topografia do local de instalação, infraestrutura e macrófitas disponíveis.

3.5 USOS DE MACRÓFITAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES

Macrófitas aquáticas são caracterizadas (WEANER & CLEMENTS 1938 apud ESTEVES, 1988), independentemente de seus aspectos taxonômicos, como espécies de vegetais que habitam desde brejos até ambientes verdadeiramente aquáticos. Havia poucas pesquisas em relação a essas espécies. Somente após vários casos de crescimento descontrolado da população em represas, transformando-se em “pragas” e causando um desequilíbrio no ambiente aquático. Com isso teve início às pesquisas para se conhecer o verdadeiro papel dessas espécies no ecossistema.

As macrófitas aquáticas atuam sobre o metabolismo dos ecossistemas aquáticos principalmente através da redução da turbulência da água, é observado que ocorre na região litorânea o chamado efeito de “filtro”, que compreende a sedimentação de grande parte do material não pertencente ao ambiente, ocorre que com o enraizamento das macrófitas aquáticas, verifica-se o “bombeamento” que é um efeito de ciclagem de nutrientes. As raízes absorvem os nutrientes das partes profundas do sedimento, onde não estariam disponíveis para as outras comunidades e os liberam posteriormente para a coluna d'água por excreção ou durante a decomposição da biomassa e através da alta taxa de produtividade primária, em especial das macrófitas emersas é o principal elemento produtor de matéria orgânica de todo o ecossistema (ESTEVES, 1988).

Elas também apresentam grande resistência a ambientes saturados tanto de água como esgotos, essa adaptação favorece o seu potencial de crescimento, além de ter baixo custo e manutenção.

Segundo Paganini (1997) citado por Diniz et al. (2009) as espécies vegetais a serem selecionadas devem ser perenes, ter alta tolerância ao excesso de água e a ambientes eutrofizados, ser de fácil propagação e crescimento rápido, ser de fácil colheita e manejo e possuir alta capacidade de remoção de nutrientes e poluentes. Além disso, devem apresentar denso sistema radicular, ser pouco susceptível a pragas e doenças e ser passível de cortes sucessivos e frequentes.

As macrófitas podem ser divididas de acordo com a localização e mobilidade ao ambiente, em três categorias:

- Flutuantes: quando elas podem ou não estar fixadas ao fundo e tendo sua folhagem principal flutuando livremente na superfície da água. Como por exemplo: *Lemna sp.*, *Spirodela sp.* e *Eichhornia crassipes*.
- Submergentes: onde elas crescem inteiramente sob a água, fixadas ou não por raízes. Como por exemplo: *Elodea nuttallii*, *Egeria densa* e *Ceratophyllum*.
- Emergentes: nesta a sua folhagem principal está em contato com o ar e as suas raízes estão fixadas ao solo. Como por exemplo: *Scirpus sp.*, *Phragmites australis* e *Typha sp.* (VALENTIM, 2003 apud GUNTENSPERGEN, G. R., STEARNS, F. & KADLEC, 1988)

Diversas outras características levaram a empregar macrófitas aquáticas no tratamento de esgotos com objetivo de reduzir a concentração de compostos orgânicos, metais pesados, fosfato e compostos nitrogenados, assim como o crescimento de bactérias patogênicas de efluentes domésticos e industriais. (GODFREY et al., 1985 apud ESTEVES, 1988).

Os processos biológicos que regulam a extração de elementos químicos como nitrogênio e fósforo do efluente são realizados por absorção direta pela macrófita, mineralização, microbiológica e transformações como desnitrificação e amonificação (UESPA, 1999 apud COLARES & SANDRI, 2013).

Tem como benefícios na implantação do uso de macrófitas no tratamento de efluentes:

- Estético: o que nada mais é que melhora o aspecto de tratamento do efluente em relação a outros tipos de tratamentos como filtro de solo;

- Controle de odor: os leitos de macrófitas funcionam como um biofiltro retendo o odor;
- Tratamento de Efluentes: é o principal objetivo, onde trabalhando em conjunto com o meio de suporte, promove o tratamento aeróbio e anaeróbio do efluente, retirando sólidos suspensos, microrganismos patogênicos, cargas orgânicas e nutrientes;
- Controle de Insetos: a massa superficial (planta e meio suporte) limita o desenvolvimento de vários insetos, como mosquitos e moscas. (BARRETO, 2005).

De acordo com outros autores Brix (1994); Reed et al. (1995); Tanner, (2001), Usepa, (1988) citados por Pitaluga (2011) as macrófitas aquáticas desempenham diversos papéis no sistema de tratamento de esgotos como, por exemplo, facilitar a transferência de gases; estabilizar a superfície do leito pela formação de denso sistema radicular; proteger o sistema do processo erosivo; absorver macronutrientes e micronutrientes; ajudar no processo de desnitrificação; também tem a função como isolante térmico; proporcionar habitat para outros seres, além de promover um aspecto estético quando em tratamentos uni-domiciliares.

A espécie Taboa (*Typha sp.*) apresenta um bom desenvolvimento em Leitos de cultivo, a profundidade das raízes alcançam cerca de 0,30m. (BRASIL; MATOS; SOARES, 2007) Esta espécie e a Lírio do Brejo aponta redução de poluentes do esgoto e remoção de coliformes, assim como bom desenvolvimento e novas brotações (ALMEIDA, R.A.; OLIVEIRA L.F.; KLIEMANN, 2007). Já a espécie Papiro Brasileiro (*Cyperus giganteus*) é responsável pela remoção de nutrientes do efluente, como fósforo e nitrogênio, reduzindo também os poluentes do efluente. E possui um aspecto estético com uma floração exótica, podendo atingir cerca de 3 m de altura. (SOUZA; SANTOS, 2016).

3.6 MATERIAIS DO MEIO DE SUPORTE EM LEITOS CULTIVADOS

Quando tem a construção do leito de cultivo é necessário um meio de suporte para as macrófitas, quando do tipo emergentes, para a fixação da planta. São materiais utilizados como meio de suporte em leitos cultivados brita nº 2, que é o mais comum, areia (fina, média ou lavada), cascalhos, fibra de coco, fibra de casca de coco verde seca, pneu picado e outros. (PITALUGA, 2011) o uso de materiais naturais permite que tenha fluxo regular.

As características dos materiais interferem na eficiência do tratamento, pois é na superfície que se desenvolve o biofilme e interfere na vida funcional do sistema. Para a escolha do meio de suporte é importante observar a facilidade de obter o material, durabilidade, rigidez, forma, peso, aplicabilidade e o custo (PITALUGA, 2011 apud COLARES & SANDRI, 2013).

O biofilme é a formação de um filme biológico que possui um desenvolvimento de microrganismos junto com o meio de suporte e as raízes. É onde comunidades de microrganismos aeróbios e anaeróbios irão depurar a matéria orgânica e promover a transformação da série nitrogenada (nitrificação e desnitrificação) (PITALUGA, 2011 apud SEZERINO, 2006).

Utilizar britas com maiores diâmetros com 10 a 15 cm possui o benefício de prevenir à colmatação do meio filtrante, porém dificulta o desenvolvimento das macrófitas por haver menor área de contato para o desenvolvimento do biofilme no meio filtrante (BARRETO, 2005; APUD MANIOS ET AL., N.D.).

Com isso a escolha do meio de suporte é importante e influencia no tratamento do efluente. Geralmente é utilizada a brita Nº 2 (55 a 90 mm) que possui uma grande área de superfície de contato, que tem a função de meio filtrante, meio suporte para microrganismos e meio fixador de raízes. (SEZERINO, 2006). O uso deste material não apresenta problemas como entupimento, interferência no fluxo dos leitos ou impedimento na formação do biofilme (VALENTIM, 1999).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO

O projeto de implantação da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE foi instalado na Fazenda Água Limpa da UnB - FAL/UnB - DF, (15°57'16"S, 47°55'89"W e altitude de 1.103 m). A Fazenda Água Limpa (FAL) possui diversos funcionários de campo e laboratório para desenvolverem diferentes atividades, onde permanecem durante o período diurno e somente os vigilantes no período noturno. Também recebe alunos e professores oriundos de cursos da UnB, como da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV), do Instituto de Biologia (IB), da Engenharia Florestal (EFL), do Instituto de Geologia, do Departamento de Física, dentre outros.

4.2 ORIGEM DO ESGOTO

Na Fazenda Água Limpa da UnB (FAL/UnB) são gerados resíduos líquidos, prioritariamente de descargas sanitárias e cozinha, que pela sua composição é caracterizado como esgoto doméstico, estimando-se uma vazão variável ao longo do dia e entre os dias da semana.

O volume diário gerado na FAL/UnB é muito variável, devido à frequência de uso não ser equânime entre os dias da semana, sendo de geração insignificante nos finais de semana, feriados e períodos de férias da UnB. Por ser um volume de esgoto gerado pequeno, todo ele é tratado.

Os esgotos gerados nos sanitários e também no refeitório são os únicos que são conduzidos ao tratamento na ETE/FAL, não sendo enviado nenhum efluente derivado de laboratórios.

Depois o refeitório da FAL, encontra-se uma caixa de gordura, na qual todo o efluente gerado passa antes de ser derivado para a ETE FAL/UnB.

4.3 DESCRIÇÕES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DO EFLUENTE

4.3.1 Planta baixa ETE/FAL/UnB

A ETE/FAL/UnB é constituída por dois níveis: tratamento primário e secundário, não possuindo o tratamento preliminar, em função de não apresentar entrada de água pluvial e das características dos pontos de geração do esgoto ser somente das descargas sanitárias e refeitório.

Assim, o tratamento primário é composto por um conjunto de três tanques sépticos em série, e o tratamento secundário por um conjunto de três unidades de leitos cultivados com macrófitas e um sem plantas, de fluxo subsuperficial, construídos em paralelo preenchido com brita n°2.

A Figura 1 apresenta a planta baixa da ETE FAL/UnB com as partes que a compõem e a localização das valas de infiltração.

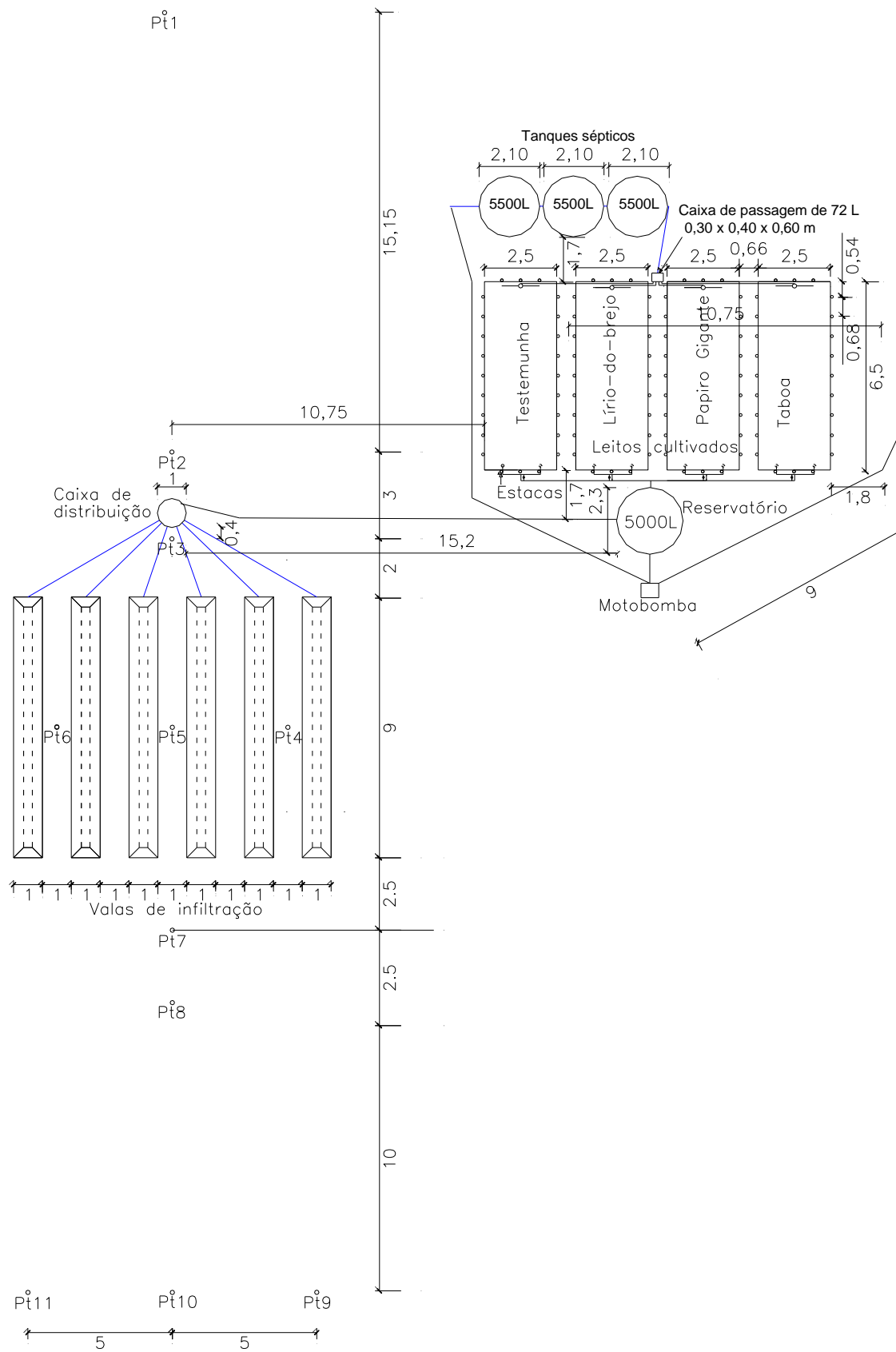


Figura 1. Planta baixa da estação de tratamento do esgoto (ETE/FAL/UnB).

A condução do efluente até a ETE/FAL/UnB é feito por tubulação de 150 mm de diâmetro. A diferença de nível do local de captação do esgoto, que é próximo ao refeitório até a entrada no primeiro tanque séptico é de 9,0 m, sendo à distância de 216 m, com declividade relativamente constante de 4,3%, superior ao recomendado pela norma da ABNT (1997).

4.3.2 Leitos de cultivos

Os leitos cultivados são construídos em estruturas retangulares de fibra de vidro, com espessura da parede de 4 mm (Figura 2), possuindo 6,5 m de comprimento, 2,5 m de largura e 0,5 m de altura, apoiados sobre o solo em nível, em que as dimensões dos leitos e parâmetros técnicos utilizados são apresentados na Tabela 2. Os leitos são preenchidos com brita nº2. Enquanto que critérios técnicos de projeto e estimados dos leitos são apresentados na Tabela 3.

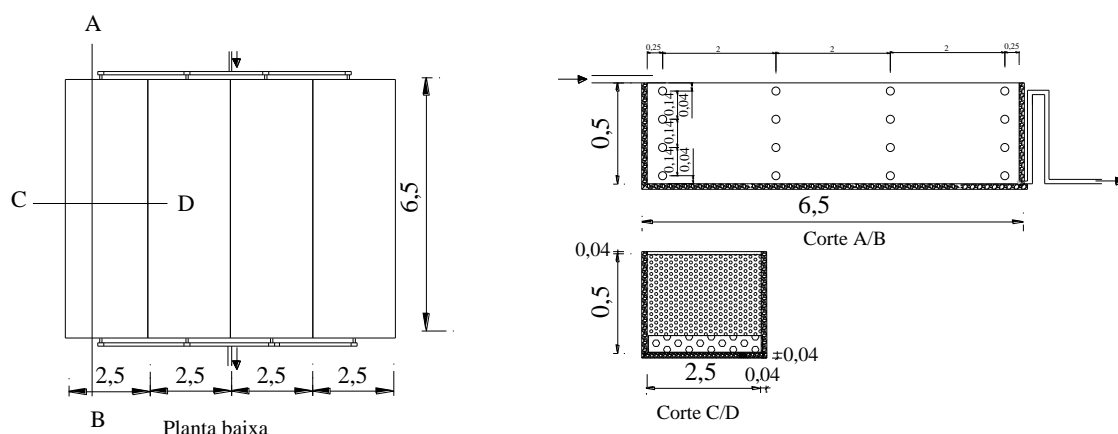


Figura 2. Corte transversal (a) e longitudinal (b) dos leitos de cultivos.

Tabela 2. Descrição de parâmetros dos leitos cultivados de fluxo subsuperficial da ETE/FAL/UnB.

Dimensões dos leitos		Parâmetros técnicos	
Comprimento (m)	6,50	Volume total dos leitos (m ³)	30,55
Largura (m)	2,50	Porosidade da brita n. 2 (decimal)	0,50
Altura total (m)	0,50	Volume útil dos leitos (m ³)	15,28
Área superficial dos leitos (ha)	0,0065	Volume máximo de esgoto (m ³ dia ⁻¹)	3,5
Folga (m)	0,03	Eficiência estimada do TS (decimal)	0,60
Altura do nível de efluente (m)	0,47	DBO _{efluente bruto} (mgO ₂ L ⁻¹) estimado	350

Tabela 3. Critérios técnicos de projeto e estimados dos leitos cultivados de fluxo subsuperficial da ETE/FAL/UnB, considerando uma vazão máxima de 3,5 m³ dia⁻¹.

Parâmetros calculados	Critérios de projeto	Dados do projeto
Tempo de Detenção Hidráulica (dias)	2 a 7	4,36
Altura da coluna de água (m)	0,1 a 1,0	0,470
Área por vazão (ha m ³ . dia ⁻¹)	0,001 a 0,007	0,0019
Razão comprimento: largura de leito	0,25:1 a 5:1	2,60/1
Carga Hidráulica (mm ³ mm ² dia ⁻¹)	2 a 30	53,85
DBO máxima (kg ha dia ⁻¹)	75	28,27
Frequência de colheita (anos)	3 a 5	3
Controle de mosquitos	Não requer	Não requer

(Adaptado de WOOD e McATAMNEY, 1996).

Para garantir estabilidade das paredes das caixas de fibra de vidro instalaram-se estacas de concreto de 1,20 m de altura e 75 mm de diâmetro, que consistem de tubos de PVC rígido preenchido com concreto, em que, 0,70 m foi cravado no solo. Pode-se observar na Figura 3 a disposição dos leitos todos preenchidos com brita. Os leitos com macrófitas são Taboa, Papiro Brasileiro, Lírio do Brejo e um leito controle (sem cultivo) (Figura 3).



Figura 3. Disposição dos leitos e visualização das macrófitas após 390 dias após o transplântio.

4.3.3 Pontos de coleta do efluente

Em cada leito cultivado (LC) foram instaladas 16 torneiras de PVC de $\frac{1}{2}$ " , divididas em quatro colunas (Figura 4) cada uma com quatro torneiras conforme a Figura 5. As amostras foram coletadas em cada ponto, as três primeiras amostras realizadas a cada 3 horas, começando às 8:00 h, 11:00 h, 14:00 h e às 17:00 h. Assim, resultando em quatro amostras em cada ponto por dia.

A numeração de cada ponto ocorre a partir da primeira coluna à direita e da primeira torneira mais elevada. Assim, na primeira coluna identifica-se os pontos de 1 ao 4, na segunda coluna os pontos de 5 ao 8, na terceira coluna os pontos de 9 ao 12 e na última coluna os pontos de 13 ao 16 (Figura 4).



Figura 4. Visualização das torneiras instaladas na lateral dos leitos cultivados.



Figura 5. Visualização de quatro torneiras instaladas na lateral do leito.

De cada torneira parte um tubo de 1/2" que se estende até o centro do leito, local de entrada captação do efluente (Figura 6).



Figura 6. Tubulações no centro do leito que conduz o efluente para cada ponto de coleta (torneiras).

4.4 MACRÓFITAS NOS LEITOS DE CULTTIVO

Implantou-se um leito sem planta (leito 1), um vegetado com lírio do brejo (leito 2), outro com papiro-brasileiro (leito 3) e um com Taboa (Leito 4), todos de fluxo subsuperficial horizontal.

Transplantou-se 102 mudas por leito, dispostas de forma que o espaçamento das plantas em relação às laterais dos leitos foi de 0,20 m, entre as plantas na lateral de 0,42 m e no sentido do comprimento de 0,37 m (Figura 7). O transplântio foi realizado diretamente nos leitos, tomando-se o cuidado de deixar as mudas firmes, e, introduziu-se a raiz a aproximadamente 0,15 m no meio suporte.

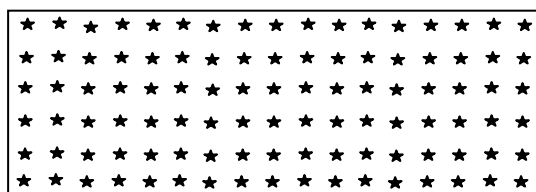


Figura 7. Vista superficial dos leitos cultivados mostrando a disposição das plantas.

4.5 AMOSTRAS DE EFLUENTE E PARÂMETROS AVALIADOS

Foi realizada amostra composta, observando os horários de picos de vazão, a fim de se obter uma amostra mais representativa, devido à variabilidade do volume da qualidade e volume de esgoto gerando na FAL.

Para cada ponto coletou-se amostras às 8:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h nas datas de 1/9, 16/9, 5/11, 16/1, 4/4 e 20/04 para análise do pH, oxigênio dissolvido, temperatura e condutividade elétrica em campo. Com uma amostra composta formada a partir das coletas dos diferentes horários em cada data de coleta, analisou-se a alcalinidade total e a turbidez em laboratório (Tabela 4). Para a turbidez, foi realizada três repetições para cada amostra.

A análise de alcalinidade total foi realizada por titulação com ácido sulfúrico 0,02N, utilizando um phmetro e uma amostra de 100 ml de efluente, de acordo com o Manual prático de análise de água da FUNASA (Fundação Nacional de Saúde, 2009).

Para a realização das análises laboratoriais, foi utilizado o Laboratório de Análise de Água da FAV/UnB, utilizando as metodologias de acordo com American Public Health Association (APHA, 2015) (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros avaliados e seus respectivos métodos e frequência de análise.

Atributo	Símbolo	Unidade	Método de análise
Potencial Hidrogeniônico	pH	-	pHmetro
Condutividade elétrica	CE	$\mu\text{S m}^{-1}$	Condutivímetro
Alcalinidade Total	Alc.T	mg L^{-1} de CaCO_3	Titulométrico
Oxigênio dissolvido	OD	mg L^{-1} de O_2	Oxímetro
Turbidez	TUR	UNT	Turbidímetro

4.6 DADOS METEOROLÓGICOS

Por ser um experimento de campo, fatores abióticos podem influenciar nas análises. Assim, de acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia, (2016) da estação do Gama situado na Ponte alta, localização mais próxima do local do experimento, pode-se encontrar as médias dos dias de análises, onde houve precipitação no dia 16/11/2015, tendo menor temperatura máxima de 23,8°C, enquanto no dia 20/04/2016 há maior temperatura máxima de 26,4 °C, quando comparados com os outros dias (Tabela 5).

Tabela 5 Dados meteorológicos dos dias de análises.

Data	Temperatura (°C)		Umidade (%)		Chuva (mm)
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	
01/09/2015	24,3	22,0	40,8	34,2	0,0
16/09/2015	25,5	24,0	56,1	50,1	0,0
05/11/2015	25,4	23,0	63,1	50,4	0,0
16/11/2015	23,8	22,6	80,6	73,8	0,1
04/04/2016	25,2	23,3	67,7	59,3	0,0
20/04/2016	26,4	24,8	52,4	45,9	0,0

4.7ANÁLISES DOS DADOS

Os resultados foram analisados pelo Software Assistat 7.7 (2016), comparando as médias dos atributos pelo teste de T a 5% de probabilidade.

Cada atributo foi avaliado quanto à média geral entre os leitões (média geral obtida com dados dos dias e horários para cada leito), neste caso, separou-se a média de quatro torneiros em cada posição ao longo do leito (entrada, 1/3, 2/3 e saída dos leitões), como sendo as quatro repetições para cada leito. Também se compararam os valores os 16 pontos de coleta (torneiras) dentro de cada leito com média das quatro coletas diárias, sendo as repetições as datas de coleta. Ainda se compararam os quatro horários de coleta do dia para cada leito, sendo que para cada horário se usou a média dos dias de coleta, sendo os 16 pontos avaliados como sendo as repetições.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Condutividade elétrica (CE)

A média geral dos horários do dia para cada data de coleta foi de 1083,0 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Observa-se que no efluente de entrada dos leitos, em valor absoluto, foi inferior aos valores médios gerais (média dos horários e dias para cada posição no leito) obtidos nos leitos (Tabela 6).

Observa-se que nas datas de 4/4/16 e 20/4/16, os valores de CE foram inferiores as demais datas avaliadas em 2015, comportamento que também se repetiu, de maneira geral, para os demais atributos avaliados, como descritos na sequência deste trabalho. Acredita-se que os menores valores nas datas de coleta do ano de 2016 se devem a estabilização no funcionamento da ETE, sendo que a última data de medida correspondeu a aproximadamente um ano de funcionamento da ETE/FAL/UnB. Ao mesmo tempo, houve elevação da vazão de entrada do sistema de tratamento (embora não foi quantificado), reduzindo o tempo de retenção hidráulica e a concentração nos atributos avaliados no efluente.

Tabela 6. Condutividade Elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, no efluente antes da entrada do mesmo nos leitos, nas diferentes datas de medida.

Ano Ponto	2015				2016		Média	DP	CV
	1/9	16/9	5/11	16/11	4/4	20/4			
Entrada nos leitos	1301,5	1293,8	1269,3	1109,0	824,0	700,5	1083,0	261,1	24,1

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão ($\mu\text{S cm}^{-1}$).

Na Tabela 7 apresenta-se para cada leito, a média geral obtida a partir dos seis dias de coleta, mais os quatro horários de coleta do dia, e as quatro posições, considerando estas posições como sendo as repetições dentro de cada leito para a análise estatística dos dados. As posições estão localizadas na entrada, a 1/3, a 2/3 e na saída dos leitos, e a média das posições foram obtidas com valores de P1 a P4, de P5 a P8, de P9 a P12 e de P12 a P16, respectivamente.

Observa-se que o leito com lírio do brejo e sem planta apresentou maior valor de CE que o papiro brasileiro, mas se igualou ao leito com taboa. Os valores de CE nos pontos de entrada dos leitos (média de P1 a P4) cultivados com taboa e papiro brasileiro, em valor absoluto, foi maior que na saída (P12 a P16), fato que pode ser explicado pelo maior desenvolvimento destas duas espécies, onde ocorreu absorção de nutrientes. Fato não observado no leito sem planta com valores praticamente iguais, e leve redução no leito com lírio do brejo que teve desenvolvimento das plantas reduzido e a maior parte do leito não possui planta, especialmente na metade inicial do leito.

Tabela 7. Média da condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$) para as diferentes posições dos leitos.

Média das posições no leito	Taboa	Papiro brasileiro	Lírio do brejo	Controle. Sem planta
Entrada - P1 a P4	1177,2	1190,1	1176,9	1169,9
1/3 - P5 a P8	1196,9	1172,8	1217,7	1236,2
2/3 - P9 a P12	1178,4	1165,0	1201,6	1199,0
Saída - P12 a P16	1137,3	1101,5	1166,6	1159,5
Média geral	1172,4 ab	1157,4 b	1190,7 a	1191,2 a
CV (%)	1,49			

Média seguida por letras iguais na linha de média geral não diferem a 5% de probabilidade pelo teste t.

CV = Coeficiente de variação (%).

Considerando a média entre as datas, observa-se que houve redução no valor da condutividade elétrica (CE) da posição de entrada em relação à saída no leito com Taboa, sendo os menores valores na posição próximos a saída do leito, especialmente nos pontos mais profundo (P14T, P15T e P16T) (Figura 8). Esse comportamento deve-se a absorção dos nutrientes pela Taboa, uma vez que estas se desenvolveram mais que as outras espécies. Observa-se também, embora não se comparou estatisticamente, uma evidente redução na CE nas últimas duas datas de coleta (4/4/16 e 20/4/16), fato que elevou o desvio padrão e coeficiente de variação na comparação entre as datas para cada ponto avaliado.

Deve-se destacar que os valores de CE estão dentro de limites aceitáveis para o uso agrícola, que é o fato importante, isso porque o CE para uso na irrigação tem relação direta com o desenvolvimento da cultura, a

salinidade excessiva causa prejuízo às plantações, podendo causar até mesmo toxicidade às plantas (MORAES, 2008).

Para todas as espécies de macrófitas, o desvio padrão e o CV foram muito maiores entre as datas de coleta do que entre os pontos de coleta.

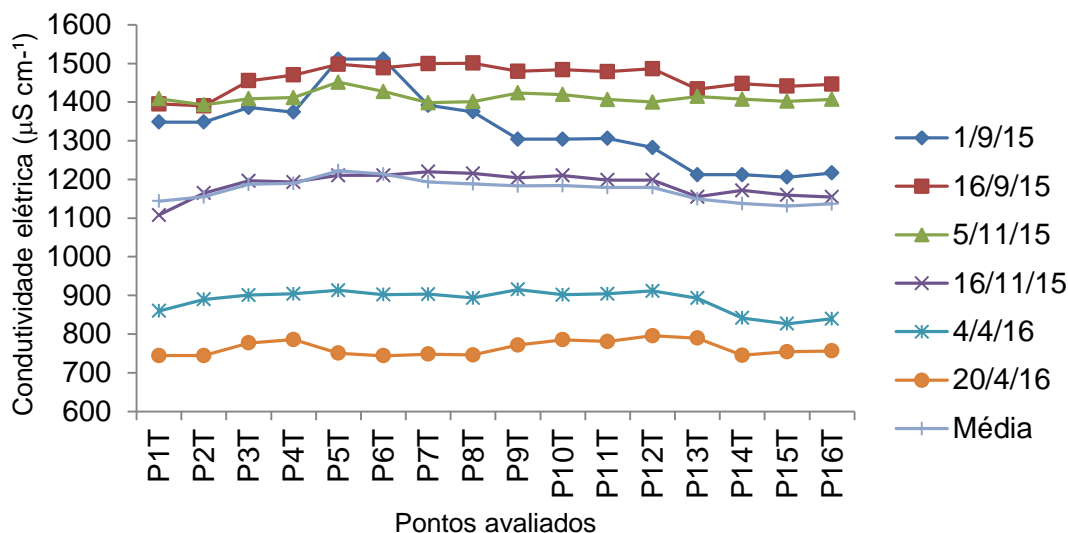


Figura 8. Valores de condutividade elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, para diferentes pontos e datas de coleta no LC com taboa.

Quanto ao leito de cultivo com papiro brasileiro, a CE não apresentou diferença estatística entre os 16 pontos avaliados. Pode-se observar uma elevação entre os pontos 9 a 12, no dia 4/04/16 (Figura 9).

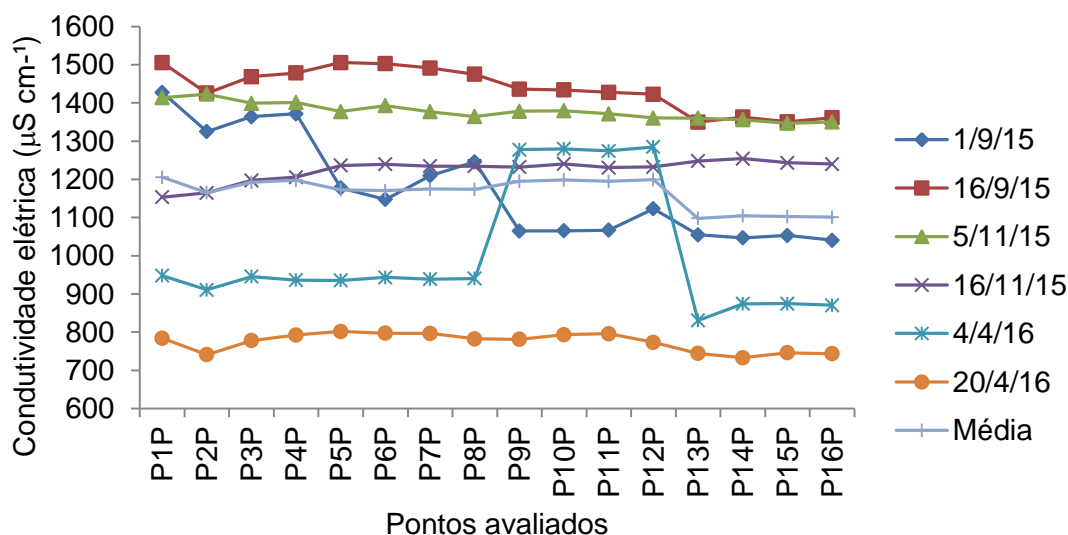


Figura 9. Valores de condutividade elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, para diferentes pontos e datas de coleta no LC com papiro brasileiro.

No leito de cultivo com Lírio do brejo observa-se comportamento similar ao LC com taboa, onde nos pontos intermediários do leito há um aumento na CE, e após há um decréscimo até o final do leito (Figura 10), porém com maior variabilidade entre os pontos, como se observa pelos maiores valores de desvio padrão e CV. Possivelmente pela grande variabilidade no desenvolvimento das plantas, em que se observa que não houve perfilamento homogêneo na superfície do leito, de forma que alguns pontos não possuíam plantas, especialmente na metade inicial do leito.

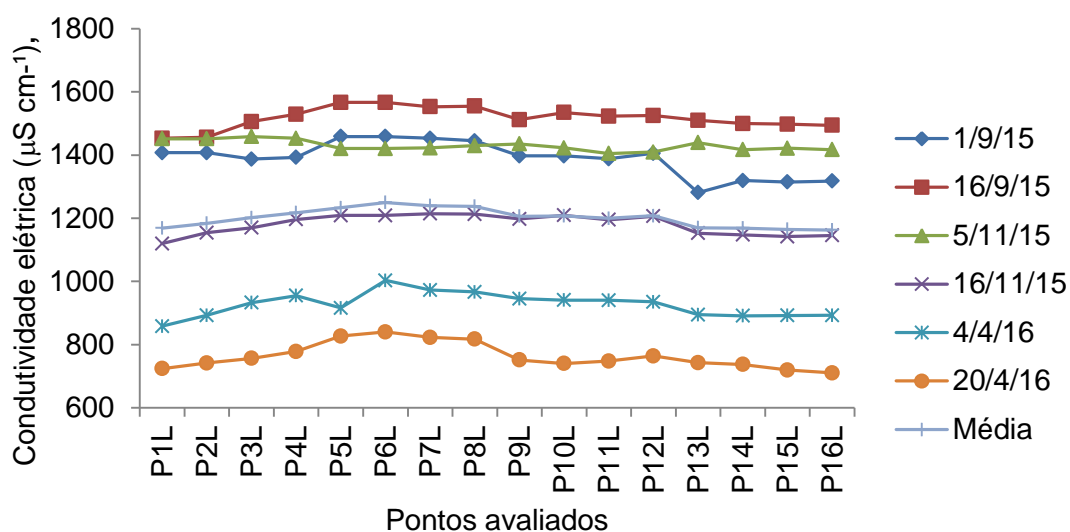


Figura 10. Valores de condutividade elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, para diferentes pontos e datas de coleta no LC com Lírio do brejo.

Na Figura 11 observa-se que entre as datas de análise houve variação de CE (leito não cultivado), com redução mais acentuada nos valores na última data de análise, possivelmente devido à estabilização do leito, após quase um ano de leito construído, mas especialmente pela variabilidade na vazão (aumento) e consequente alteração na composição do esgoto bruto.

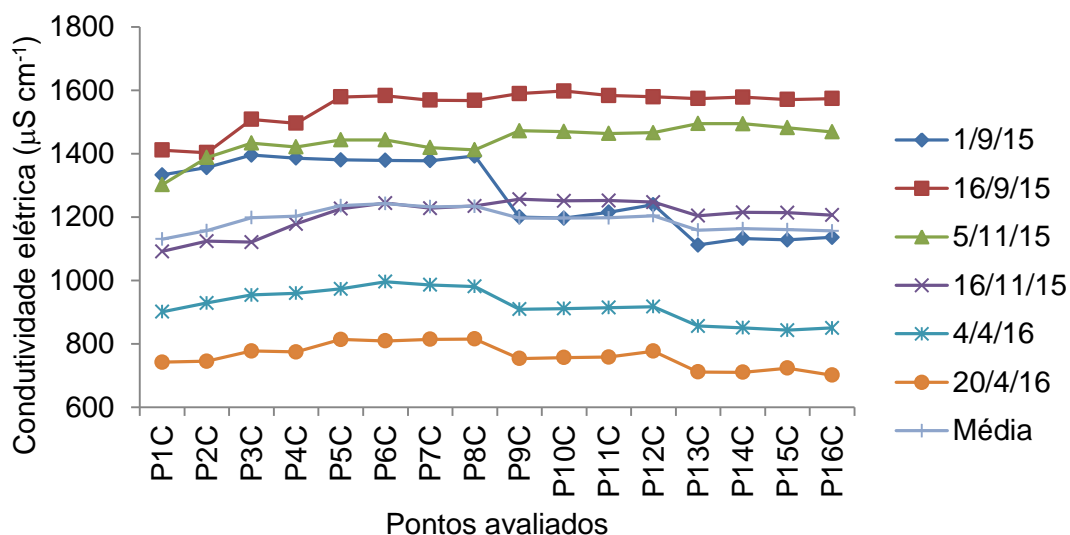


Figura 11. Valores de condutividade elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, para diferentes pontos e datas de coleta no leito controle.

Quando comparado os valores médios dos leitos com e sem cultivo com o valor obtido no efluente antes da entrada no leito, é possível observar a redução no valor médio de CE (Tabela 8).

Tabela 8. Valores de Condutividade Elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, no efluente de entrada nos leitos para diferentes horas de coleta.

Pontos Avaliados	Horário de análise				Média	DP	CV (%)
	8:00	11:00	14:00	17:00			
Entrada dos leitos	1089,0	1079,8	1082,3	1080,8	1083,0	4,1	0,4

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão ($\mu\text{S cm}^{-1}$).

Nas Figuras 12, 13, 14 e 15 observa-se a variação entre os horários medidos, em que a uma redução com o passar das horas do dia em todos os leitos. No ponto 5 tem o comportamento médio diário para o leito com Taboa, em que há uma elevação no horário de 11 horas.

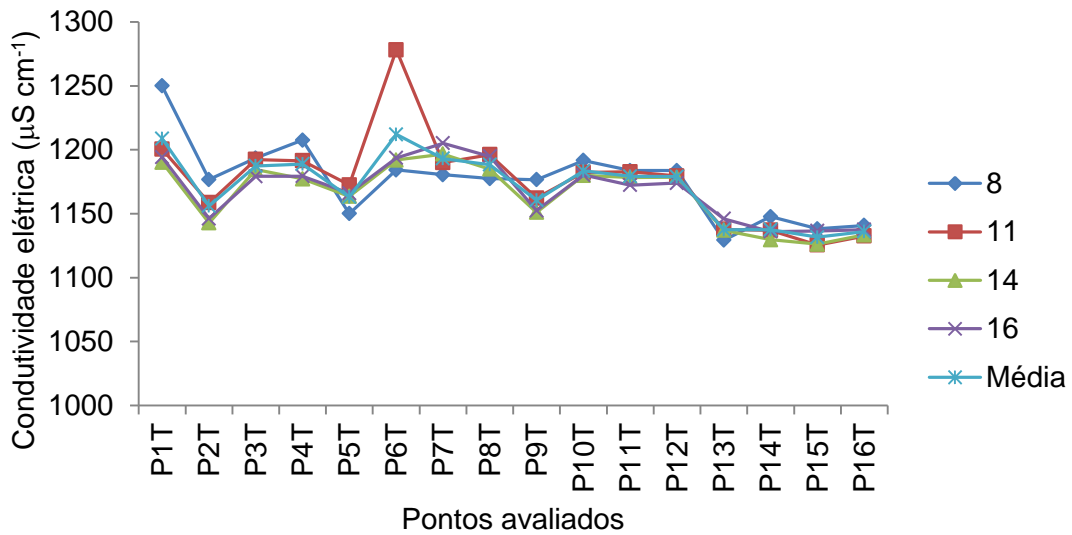


Figura 12. Valores de condutividade elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, para diferentes pontos e horas de coleta no leito com Taboa.

No leito com Papiro brasileiro podemos observar na figura 13 em que nos pontos mais altos no leito, 5, 9 e 13, tem uma redução das médias em todos os horários. Seguidos de uma estabilização nos valores inferiores no perfil.

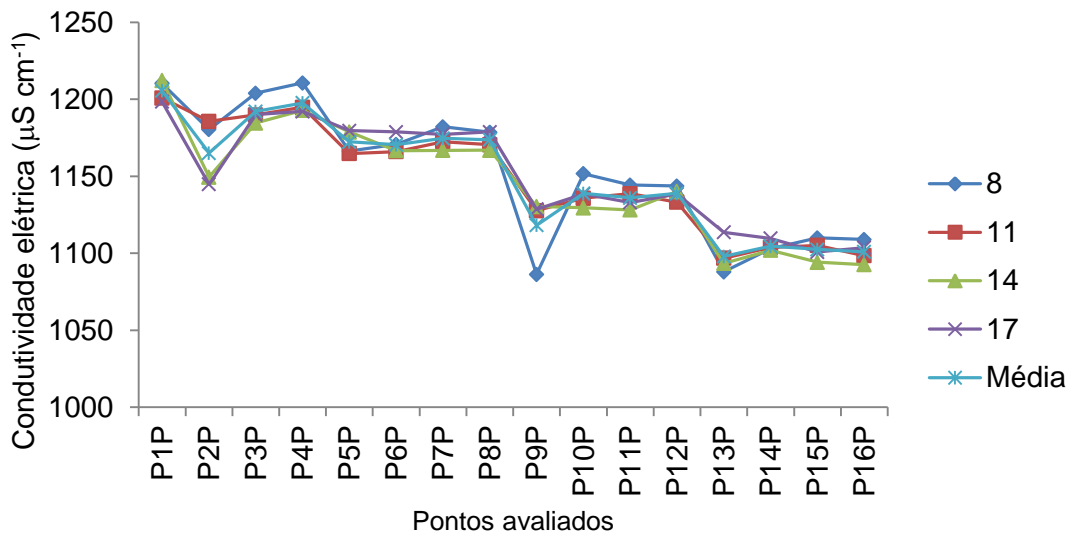


Figura 13. Valores de condutividade elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, para diferentes pontos e horas de coleta no LC com papiro brasileiro.

No leito com Lírio do brejo observa-se o mesmo comportamento, redução nas médias de CE somente no ponto 5, neste essa redução nos horários de 8h, 11h, reduzindo assim a média (Figura 14).

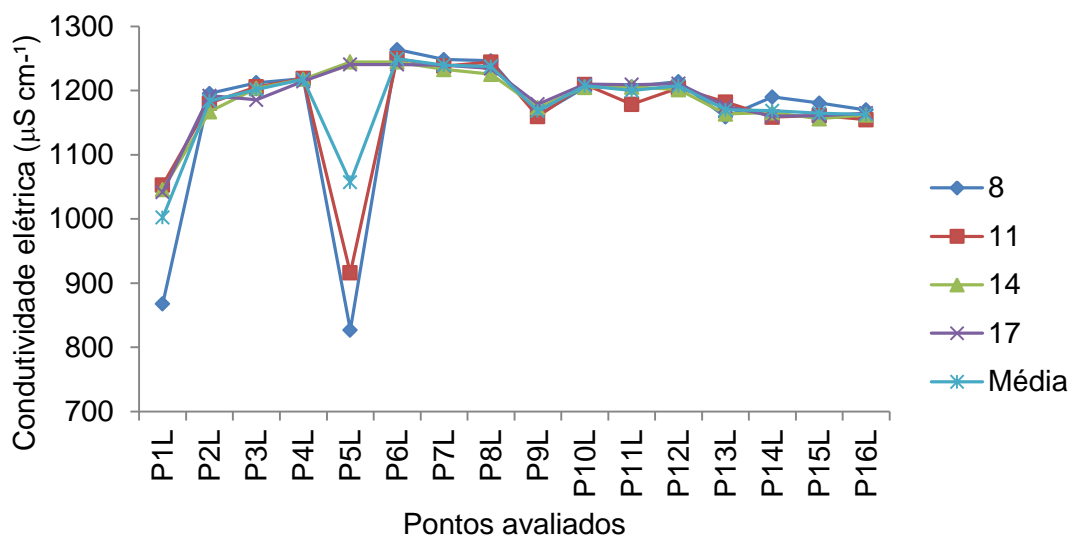


Figura 14. Valores de condutividade elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, para diferentes pontos e horas de coleta no LC com Lírio do brejo.

No leito controle as médias se mantiveram uniformes com o passar dos horários, porém houve uma elevação no valor a partir do primeiro ponto (Figura 15).

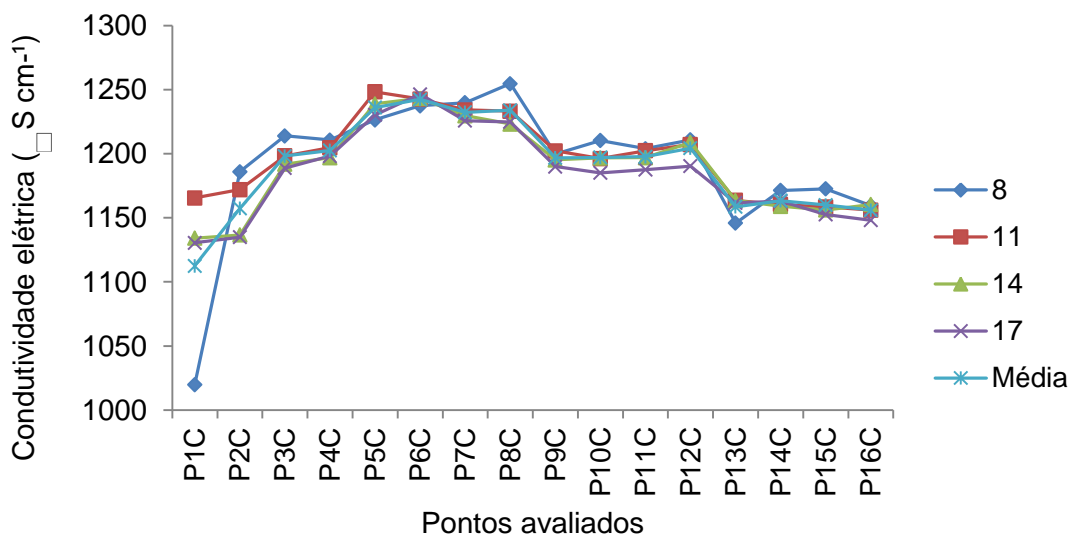


Figura 15. Valores de condutividade elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, para diferentes pontos e horas de coleta no leito controle.

Os anexos A, B, C e D dispõe as médias, desvio padrão e coeficiente de variação, com média dos pontos 1 a 4, 5 a 8, 9 a 12 e 13 a 16. Essas

médias relacionadas às datas de análises, seguidos de médias nos horários. Há redução das médias nos pontos finais do leito com taboa (ANEXO A).

Observa-se redução das médias nos pontos finais do leito com papiro brasileiro, sendo mais acentuado no último dia de análise (ANEXO B).

No leito com Lírio do brejo apresentou valores médios, desvio padrão e coeficiente de variação de condutividade elétrica, em que se observa grande variabilidade entre as datas de coleta, enquanto que entre os horários os valores foram mais constante (ANEXO C).

No leito controle observa-se redução na CE nos dias 4 e 20 de abril, em que pode ter ocorrido elevação da vazão com maior diluição dos sais no efluente (ANEXO D).

5.2 Potencial Hidrogeneônico (pH)

O valor de pH representa o equilíbrio entre íons H^+ e os íons OH , em uma variação de 0 a 14, podendo classificar em ácido ($pH < 7$), alcalina ($pH > 7$), ou neutra ($pH 7$) (SILVA et al., 2011).

Ainda segundo Silva et al.(2011) o pH tem relação física com o uso da água na irrigação, quando o pH esta entre 6,5 e 8,4, é classificada como normal, enquanto águas com pH maior que 8,4 pode provocar entupimentos nos sistemas de irrigação localizados, devido à precipitação do carbonato de cálcio ($CaCO_3$). Por outro lado, águas com valores de pH menor que 8,4 podem corroer rapidamente os componentes metálicos do sistema de irrigação.

O valor de pH no efluente analisado na entrada (5,69) (Tabela 9), não tendo grande variação entre os horários, somente uma pequena elevação às 11:00h (Tabela 10), essa média foi igual a encontrada na média geral no Leito de cultivo (LC) com taboa (Tabela 11), mas, em valor absoluto, inferior aos demais leitos.

Tabela 9. Valores de pH no efluente de entrada nos leitos construídos, nas diferentes datas de medida.

Ano	2015				2016				
Ponto									
Avaliado	1/9	16/9	5/11	16/11	4/4	20/4	Média	DP	CV(%)
Entrada									
dos leitos	5,75	5,75	5,73	6,00	5,27	5,63	5,69	0,24	4,21

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão

Tabela 10. Valores de pH no efluente antes da entrada nos leitos para diferentes horários de medida.

Ponto Avaliado	Horários				Média	DP	CV (%)
	8:00	11:00	14:00	17:00			
Entrada dos leitos	5,69	5,76	5,61	5,69	5,69	0,06	1,10

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão

Tabela 11. Média geral do pH para diferentes posições e leitos.

Média dos pontos	Taboa	Papiro brasileiro	Lírio do brejo	Controle. Sem planta
P1 a P4	6,16	6,49	6,24	6,20
P5 a P8	6,60	6,84	6,64	6,62
P9 a P12	6,92	7,12	7,05	7,00
P12 a P16	7,08	7,24	7,26	7,18
Média geral	6,69 c	6,92 a	6,80 b	6,75 bc
CV (%)	0,81			

Média seguida por letras iguais na linha de média geral não diferem a 5% de probabilidade pelo teste t.

CV = Coeficiente de variação (%)

Em todos os leitos, incluindo o de controle (sem planta), houve menor valor de pH nos pontos próximo a entrada do leito P1 a P4 em relação, especialmente aos pontos de P4 a P16. Como ocorreu com a CE, o desvio padrão foi muito maior entre as datas de coleta do que entre os pontos avaliados. Do ponto P1 a P8 o valor de pH foi ácido, enquanto que de P9 a P18 foi básico, com exceção do LC com taboa que apresentou este comportamento somente entre os pontos P13T a P16T.

Considerando a média geral das datas e horários de medida, observa-se que o maior valor de pH foi no leito com papiro brasileiro e menor no leito com taboa, enquanto que o leito controle foi menor ao LC com papiro brasileiro. Observa-se menores valores de pH nos pontos P1 a P8 e próximos a neutralidade nos pontos P9 a P16 em todos os leitos (Tabela 14). Essas reduções de pH pode ser resultado da produção de ácido orgânicos naturais por bactérias, como efeito da decomposição incompleta da matéria orgânica (CARVALHO et al., 2012 apud POLLARD P. C., 2010).

Nas figuras 16, 17, 18, e 19 apresenta-se os valores de pH nos leitos para as diferentes datas de coleta, onde observa-se um crescente valor de pH do ponto P1 ao P11, com exceção do dia 04/04/2016, em que o pH foi ácido e

manteve-se praticamente constante entre os pontos da entrada em direção a saídas do leito.

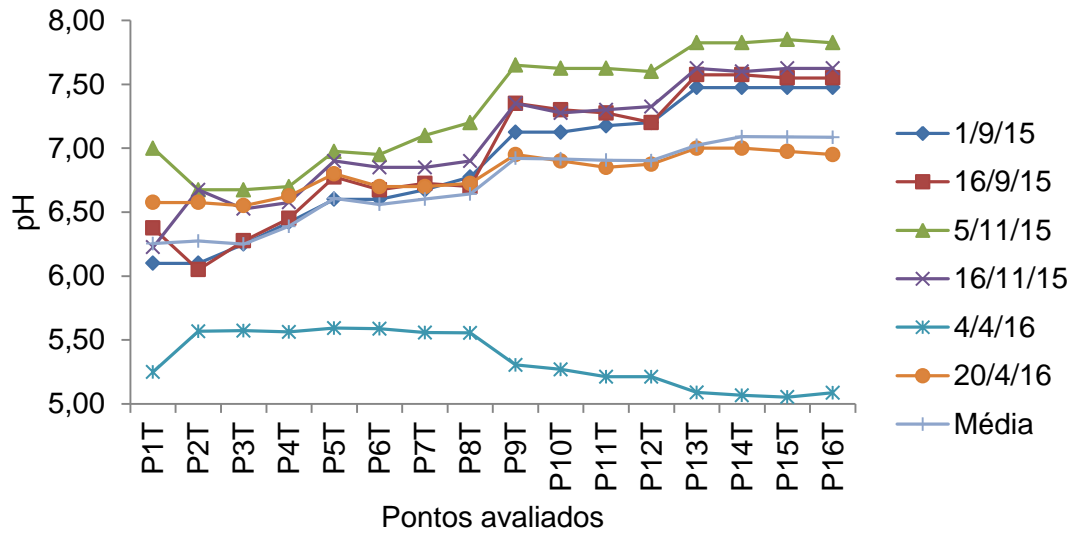


Figura 16. Valores de pH e comparação para diferentes pontos e datas de coleta no LC com taboa

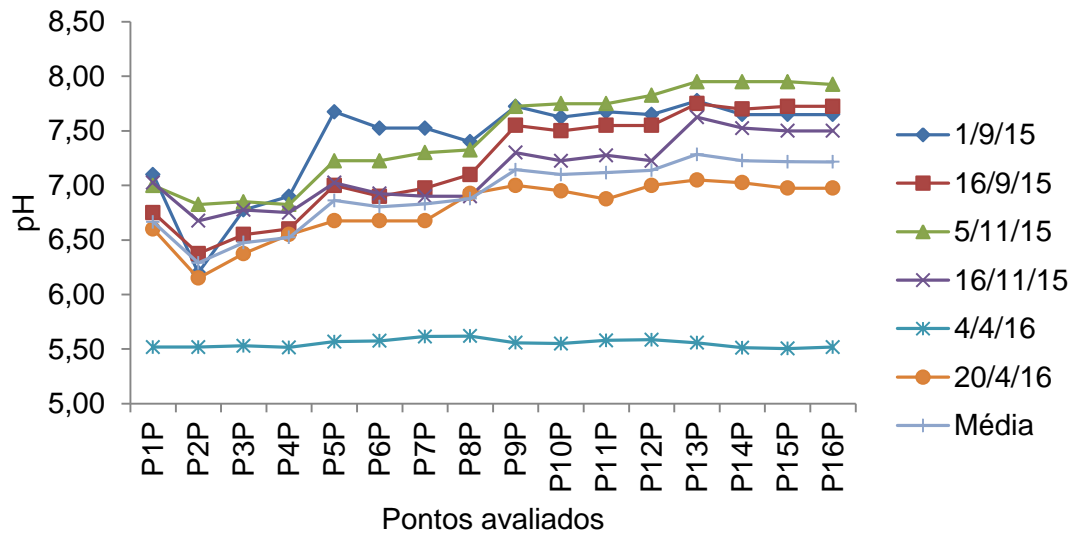


Figura 17. Valores de pH e comparação para diferentes pontos e datas de coleta no LC com papiro brasileiro

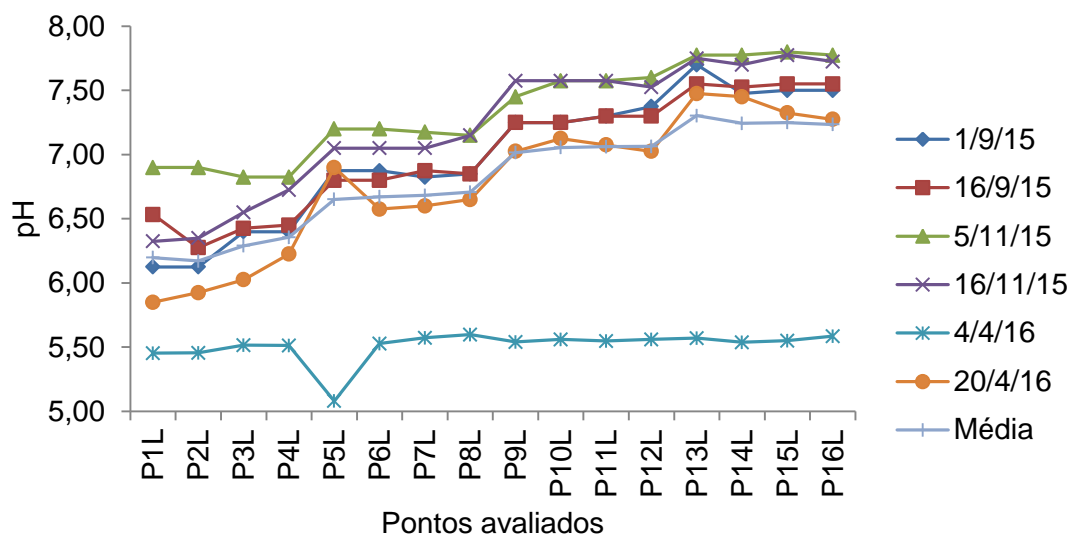


Figura 18. Valores de pH e comparação para diferentes pontos e datas de coleta no LC com Lirio do brejo

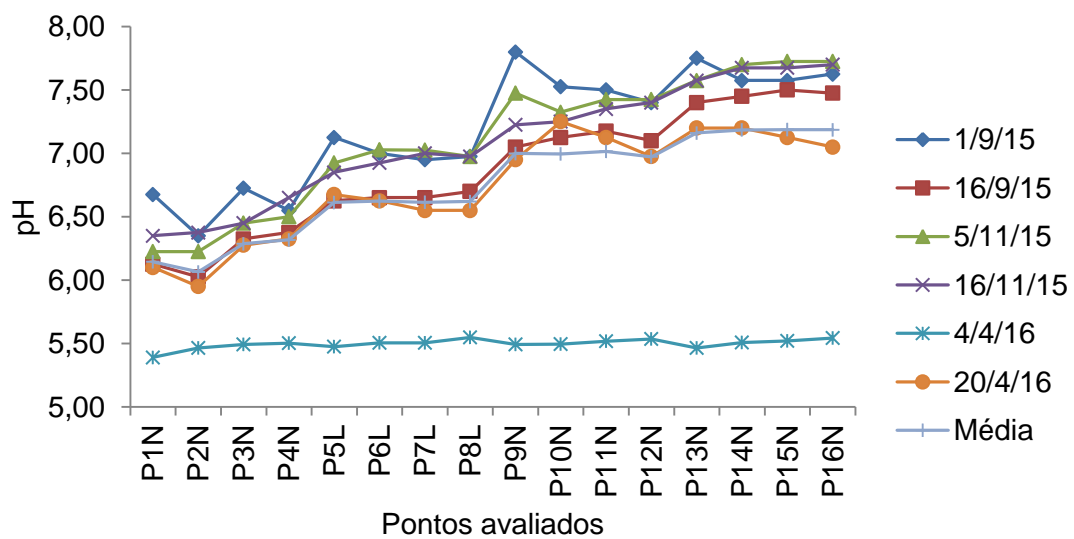


Figura 19. Valores de pH e comparação para diferentes pontos e datas de coleta no leito controle

Considerando a media geral, o valor de pH no LC com taboa foi menor às 8:00 h e na entrada dos leitos (Figura 20). Em todos leitos é possível observar que há comportamento similar em que nos pontos finais do leito, há uma elevação de pH. (Figuras 20,21,22 e 23)

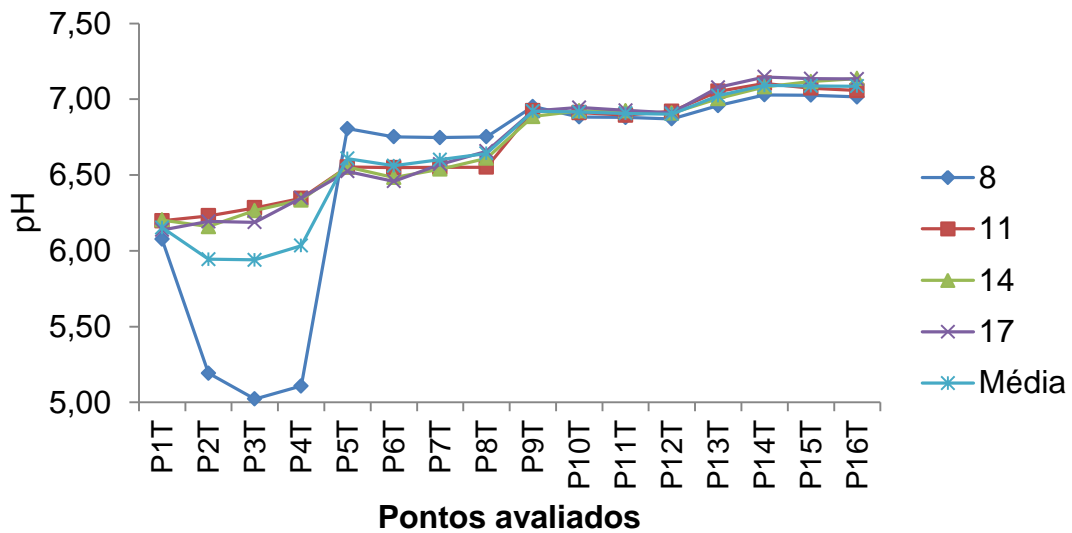


Figura 20. Valores de pH e comparação para diferentes pontos e horário de coleta no LC com taboa

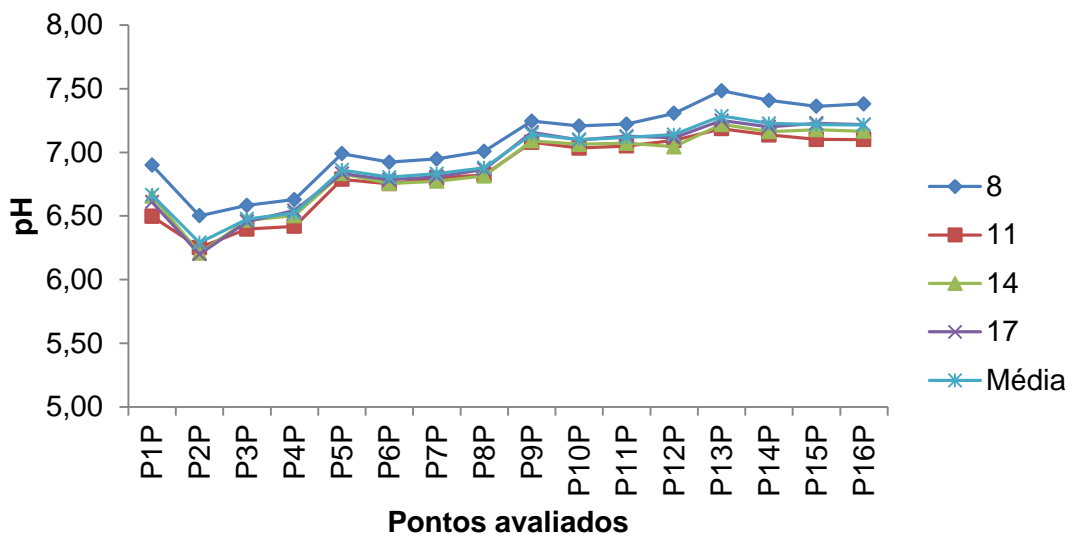


Figura 21. Valores de pH e comparação para diferentes pontos e horário de coleta no LC com papiro brasileiro

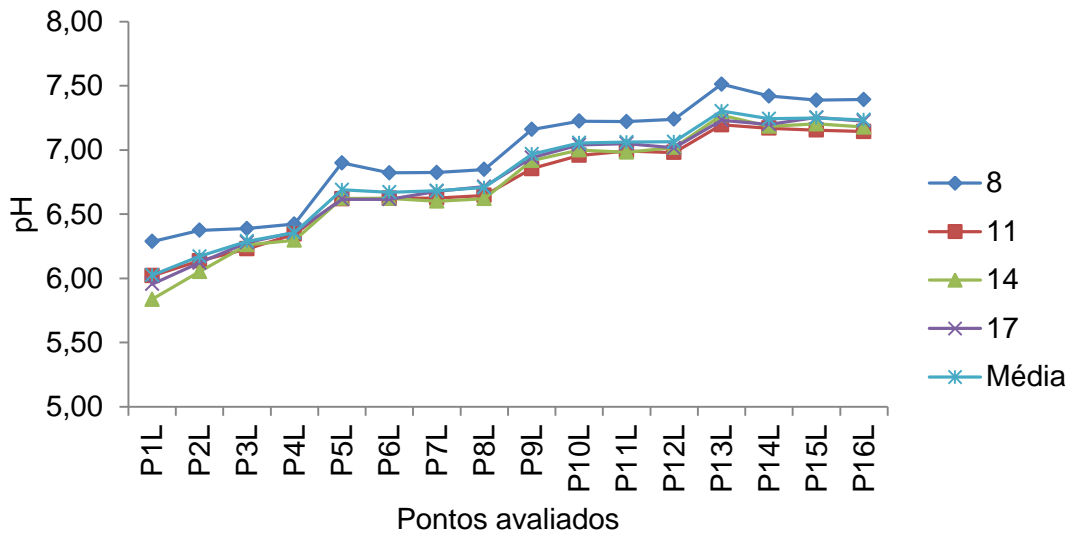


Figura 22. Valores de pH e comparação para diferentes pontos e horário de coleta no LC com Lirio do brejo

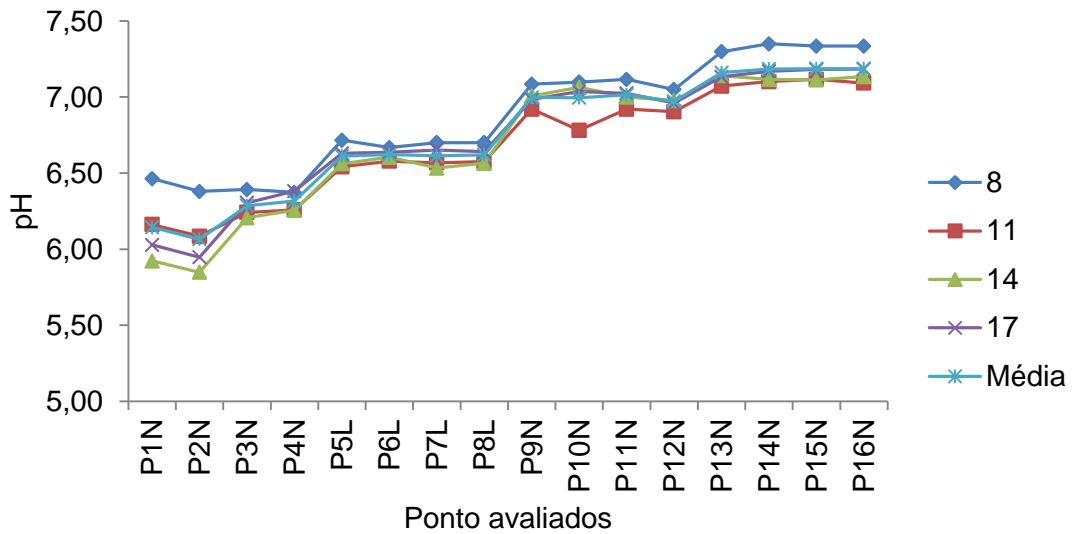


Figura 23. Valores de pH e comparação para diferentes pontos e horário de coleta no leito controle

Nos leitos com cultivos e controle houve elevação das médias de pH nos pontos finais dos leitos e quando comparamos com as análises por horário observa-se redução às 11:00 e 14:00 h (ANEXOS E,F,G e H).

5.3 Turbidez

A turbidez caracteriza o grau de interferência com a passagem da luz através da água, assim quanto maior a turbidez mais turva a água será, como também maior será a quantidade de sólidos em suspensão (VON SPERLING, 2014). Ainda segundo Von Sperling (2014), pode caracterizar água com filtração lenta turbidez com valores abaixo de 20 UNT. Segundo a Resolução CONAMA nº357 é classificado como águas doce classe 2, turbidez com até 100UNT.

Em todos os leitos (Figuras 24, 25, 26 e 27), inclusive o de controle (sem planta), houve redução no valor de turbidez em todos os pontos avaliados em relação ao efluente de entrada nos leitos (Tabela 19), demonstrando que o meio de suporte (Brita n.2) e o sistema radicular da macrófita, influenciaram nos índices deste atributo. Este comportamento é importante, já que em efluente, como no caso deste trabalho, pode-se afirmar que houve redução, também de sólidos suspensos, já que quanto menor o valor de turbidez, maior a passagem de luz, ou seja, mais translúcida. (SILVA et al., 2011).

No perfil vertical, próximo a entrada dos leitos, nas datas de 1/9/15, 4/4/16 e 20/4/16, observa-se redução de turbidez do ponto P1 (mais superficial) em direção ao ponto P4 (mais fundo), no leito com taboa, sendo este efeito, influenciado principalmente pelo meio de suporte, passando de 99,4 mg L⁻¹ para 59,4 mg L⁻¹, nas datas dadas deste LC ocorreu o contrário, ou seja, valor de turbidez mais elevada nos pontos mais altos (P 5, P9 e P13).

Nos perfis verticais especialmente dos pontos P5 a P8 e P9 a P12, em todos os leitos, a tendência foi de haver maiores valores de turbidez nos pontos mais baixos (P8 e P12), provavelmente devido ao sentido preferencial do fluxo do efluente, já que o mesmo entra na superfície no início dos leitos e sai no fundo na extremidade final dos mesmos.

Na tabela 12 se encontra as médias de turbidez na entrada, onde é distribuído o efluente para os leitos nos dias de avaliação onde nota-se redução no último dia de análise (20/04/16),

Tabela 12. Valores de turbidez, em UNT, no efluente de entrada nos leitos construídos, nas diferentes datas de medida.

Ano	2015				2016			Média	DP	CV (%)
Ponto Avaliado	1/9/	16/9	5/11	16/11	4/4	20/4				
Entrada do leitos	131,7	157,0	213,0	185,7	152,0	37,3	146,1	60,4	41,3	

CV= Coeficiente de variação (%) DP= Desvio padrão

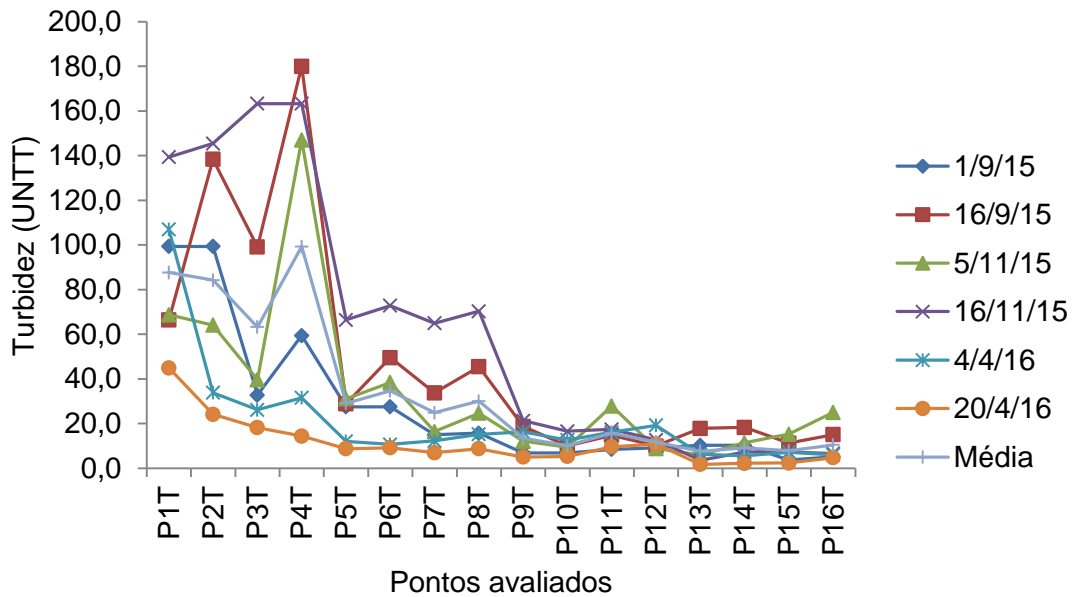


Figura 24. Valores de Turbidez, em UNT, em diferentes pontos e datas de coleta no LC com taboa.

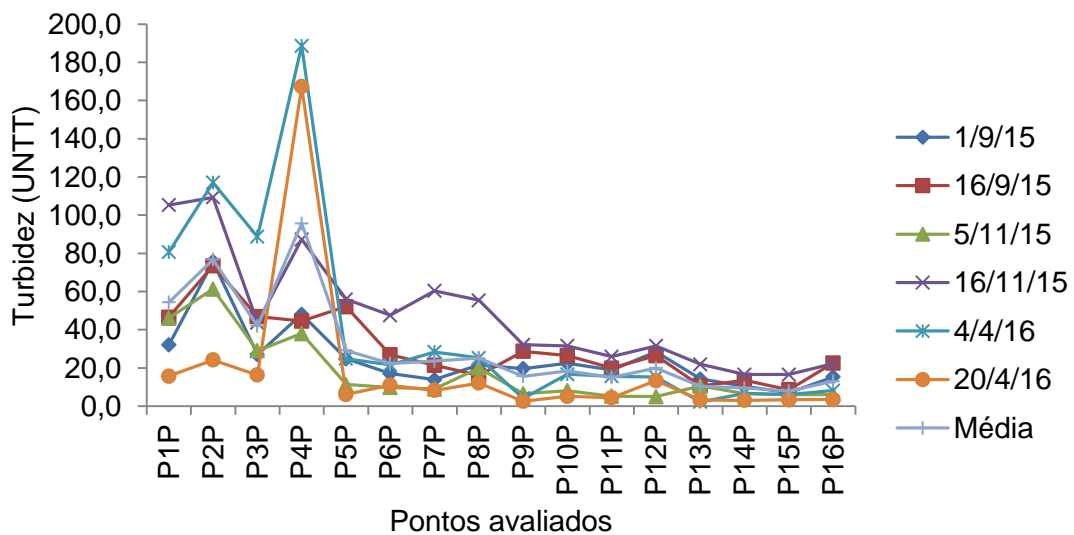


Figura 25 Valores de Turbidez, em UNT, em diferentes pontos e datas de coleta no LC com papiro brasileiro.

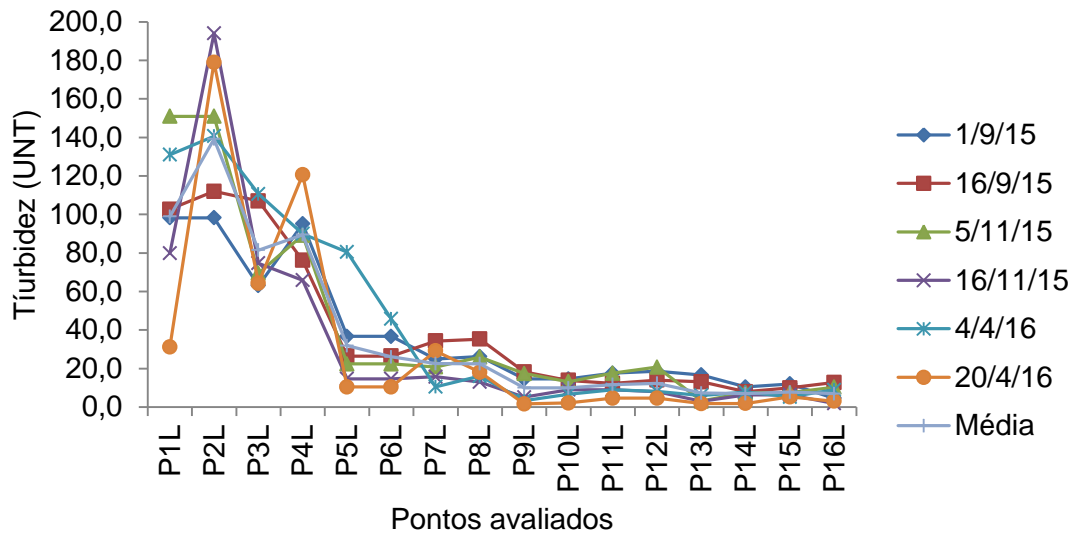


Figura 26. Valores de Turbidez, em UNT, em diferentes pontos e datas de coleta no LC com Lírio do brejo.

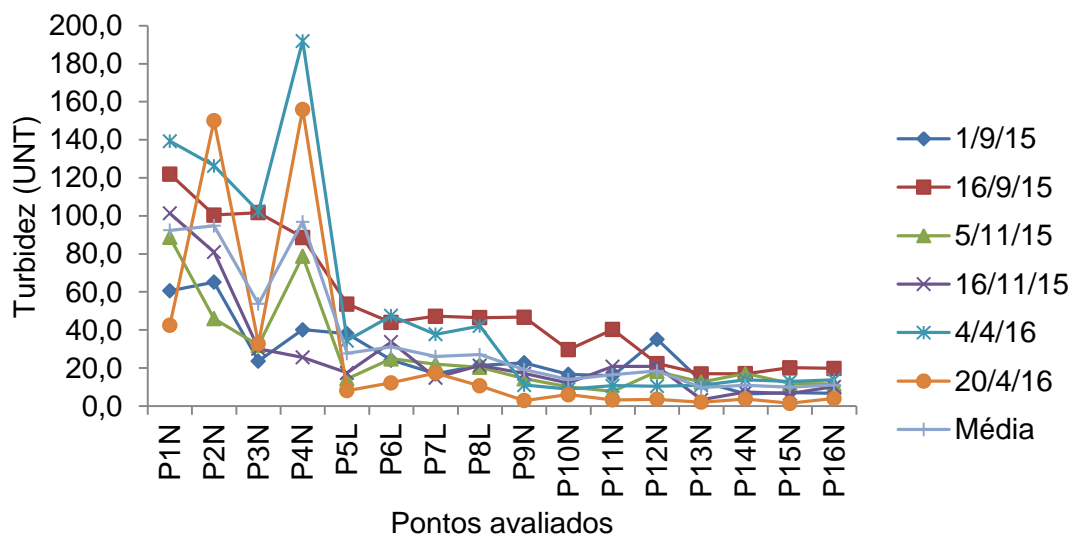


Figura 27. Valores de Turbidez, em UNT, em diferentes pontos e datas de coleta no leito controle.

As médias, desvio padrão e coeficiente de variação de turbidez nos dias avaliados, encontra-se menores médias no leito com taboa e papiro brasileiro no último dia de análises (20/04/2016) (ANEXOS I e J).

5.4 Temperatura do efluente

Este é um parâmetro importante, pois intervém em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica). A temperatura pode variar em função de fontes naturais (energia solar) e fontes antropogênicas (SILVA et al., 2011).

Observa-se que a menor temperatura no efluente antes da entrada nos leitos foi observada na data de 1/9/2015 (Tabela 13). Segundo Barreto (2005) a temperatura é um parâmetro físico importante, pois influencia tanto no desenvolvimento de microrganismos como no desenvolvimento da biomassa.

Tabela 13. Valores de temperatura, em °C, no efluente antes de entrada nos leitos cultivados em diferentes datas de medida.

Ano	2015				2016				
Ponto avaliado	1/9	16/9	5/11	16/11	4/4	20/4	Média	DP	CV (%)
Entrada do leito	23,6	30,1	29,7	26,3	27,2	30,2	27,8	2,6	9,5

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (°C)

O valor médio de temperatura no efluente antes da entrada nos diferentes horários para os leitos (Tabela 14) é superior aos valores médios em todos os leitos.

Tabela 14. Valores de temperatura, em °C, no efluente antes da entrada do mesmo para os leitos, para diferentes horários de medida.

	Horário						
Ponto avaliado	8:00	11:00	14:00	17:00	Média	DP	CV (%)
Entrada	27,3	29,4	27,7	27,0	27,8	1,1	3,8

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (°C)

Observa-se que na média geral, a temperatura no leito de controle foi maior, já no leito de cultivo com Taboa foi menor (Tabela 15), devido ao recobrimento do leito, já que a taboa foi à espécie que propiciou maior sombreamento, mantendo temperatura mais baixa no efluente no interior do leito.

Tabela 15. Média geral da temperatura, em °C, nos leitos.

Média dos pontos	taboa	papiro brasileiro	Lírio do brejo	controle sem planta
P1 a P4	25,98	26,27	26,16	27,08
P5 a P8	25,26	25,63	25,92	26,45
P9 a P12	25,02	25,18	25,67	25,98
P12 a P16	24,70	25,25	26,32	26,40
Média geral	25,24 c	25,58 bc	26,02 b	26,48 a
CV (%)	1,06			

Média seguida por letras iguais na linha de média geral não diferem a 5% de probabilidade pelo teste t.

CV = Coeficiente de variação (%)

Observa-se que a temperatura foi maior no ponto mais elevado e as vezes nos dois pontos mais levados em todas as posições no LC com taboa (P1 e P2, P5 e P6, P9 e P10 e P13 e P14), com valor próximo a 26 °C, enquanto que os valores de temperatura nos pontos mais profundos foi sempre inferiores a 25 °C (Tabela 25). Este comportamento também se repete para os demais leitos, porém com temperatura mais elevadas. Já nos demais leitos a temperatura foi maior que no LC com taboa, sem mais elevado no leito sem planta. Isso demonstra que tanto o material de suporte como o grau cobertura com vegetação influencia na temperatura do efluente no interior dos leitos.

Nas Figuras 28, 29, 30, e 31 apresenta-se o comportamento da temperatura nos leitos, de acordo com as análises realizadas em cada dia.

Na Figura 28, observa-se que houve redução de temperatura nos pontos finais do leito com taboa em todos os dias analisados. Nos pontos superiores do leito houve maiores temperaturas, como os pontos 5, 9 e 13. Onde há maior influência da temperatura ambiente.

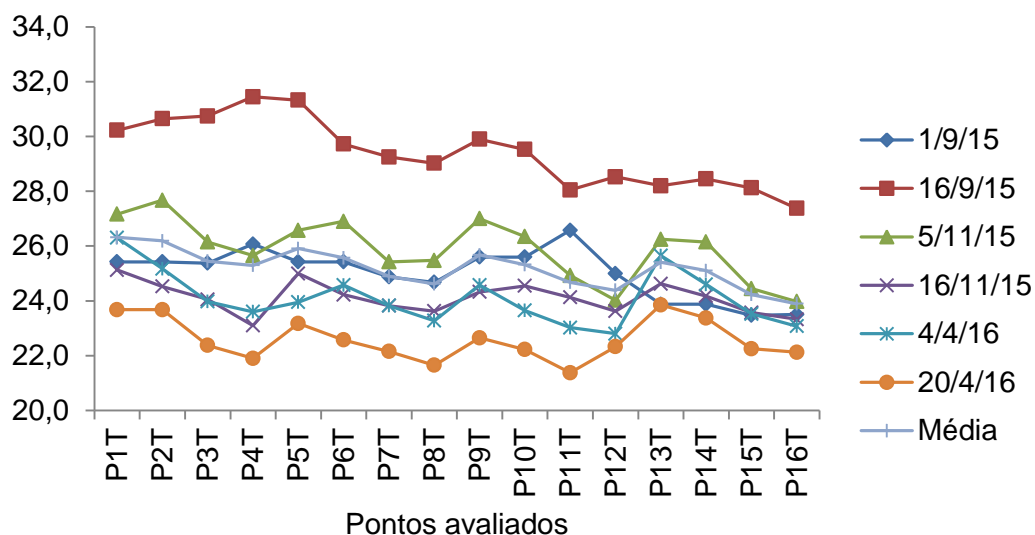


Figura 28. Valores de temperatura, em °C, para diferentes pontos e datas avaliados no LC com taboa

Nas figuras 29 e 30, observa-se comportamento similar ao leito com taboa (Figura 28), porém com maiores valores no dia 16/09/2015 em que houve um aumento na temperatura em todos os pontos e com pouca variação.

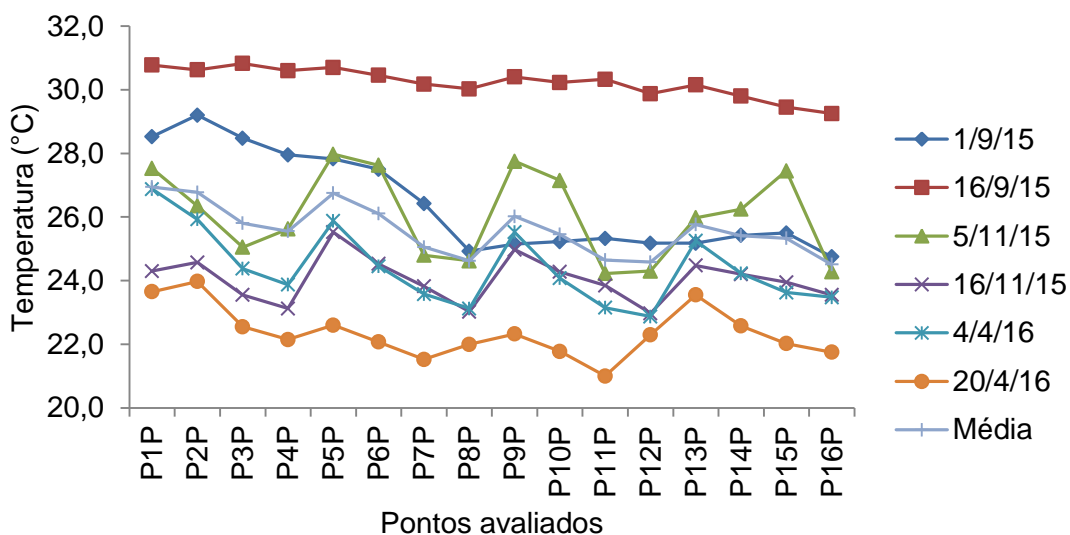


Figura 29. Valores de temperatura, em °C, para diferentes pontos e datas avaliados no LC com papiro brasileiro.

No LC com Lírrio do brejo houve maior temperatura, quando comparado aos outros leitos cultivados (Figura 30) isso porque esta macrófita apresentou desenvolvimento limitado, não demonstrando adaptação ao sistema proposto.

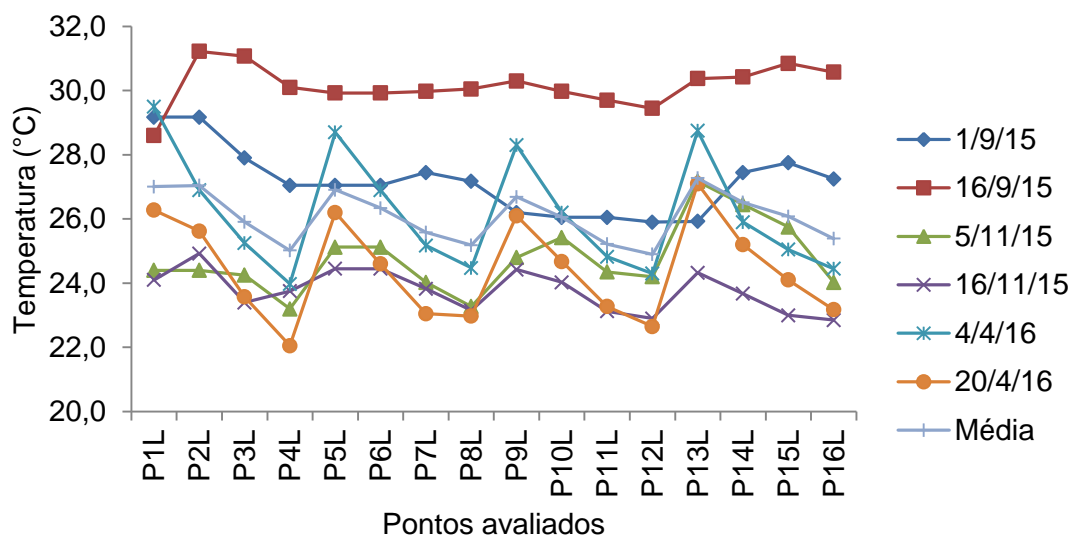


Figura 30. Valores de temperatura, em °C, para diferentes pontos e datas avaliados no LC com Lírrio do brejo

O leito de controle apresentou médias mais elevadas da temperatura, com valores superiores aos encontrados nos leitos cultivados em todos os pontos, e principalmente uma grande elevação nos pontos superiores, com maior incidência solar (Figura 31).

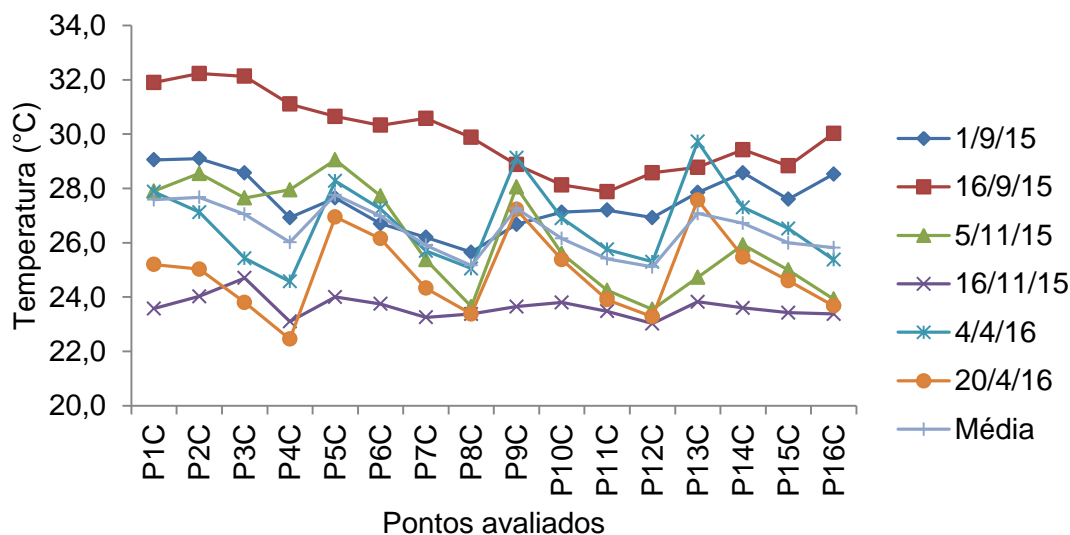


Figura 31. Valores de temperatura, em °C, para diferentes pontos e datas avaliados no leito controle.

Os valores de temperatura obtidos no leito de cultivo com Taboa, quando se observa os diferentes horários de análises, são decrescentes com o passar do horário do dia, em que, o valor médio geral é atingido às 11:00 h e o menor valor às 17:00 h (Figura 31). Enquanto que nos LC com papiro brasileiro e Lírio do brejo e no leito controle a maior temperatura ocorreu às 8:00 h e menor valor às 17:00 h (Figuras 32 e 33), possivelmente devido ao efluente estar em repouso no período noturno, com acelerado processo de decomposição da matéria orgânica. Com o passar do dia, o tempo de detenção foi reduzido, causando substituição do efluente em todo com sistema e aumento da turbulência, reduzindo a temperatura.

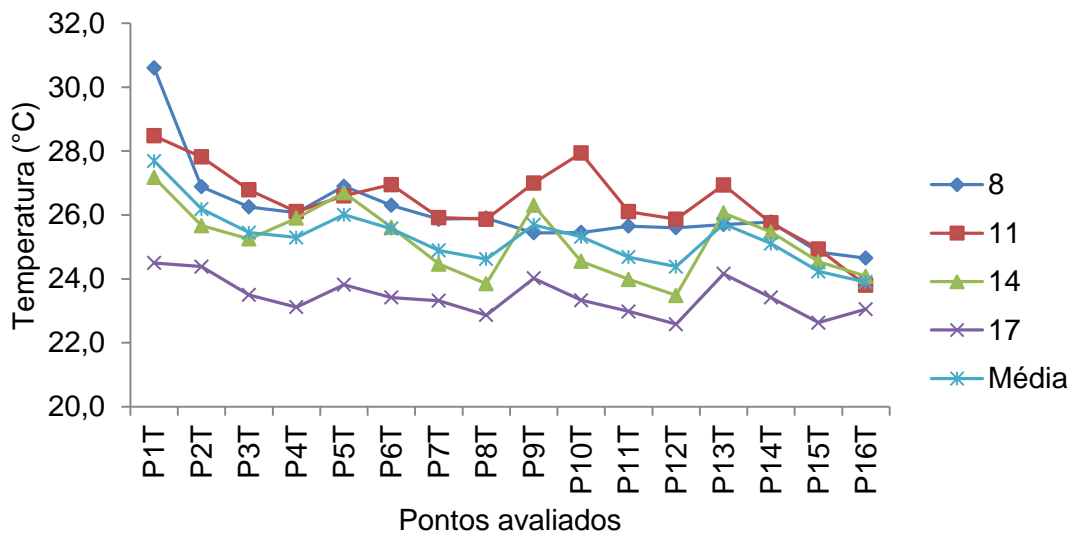


Figura 32. Valores de temperatura, em °C, para diferentes pontos e horários avaliados no LC com taboa.

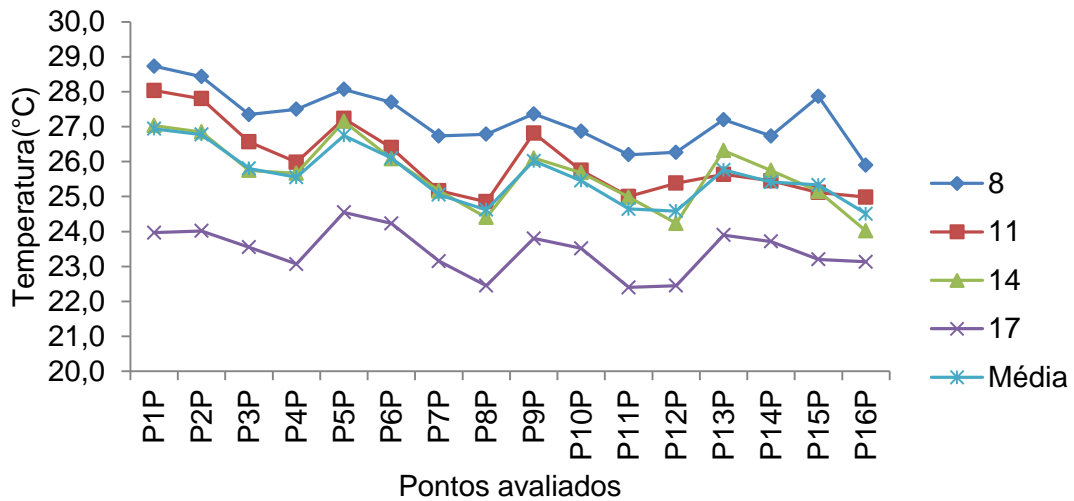


Figura 33. Valores de temperatura, em °C, para diferentes pontos e horários avaliados no LC com papiro brasileiro.

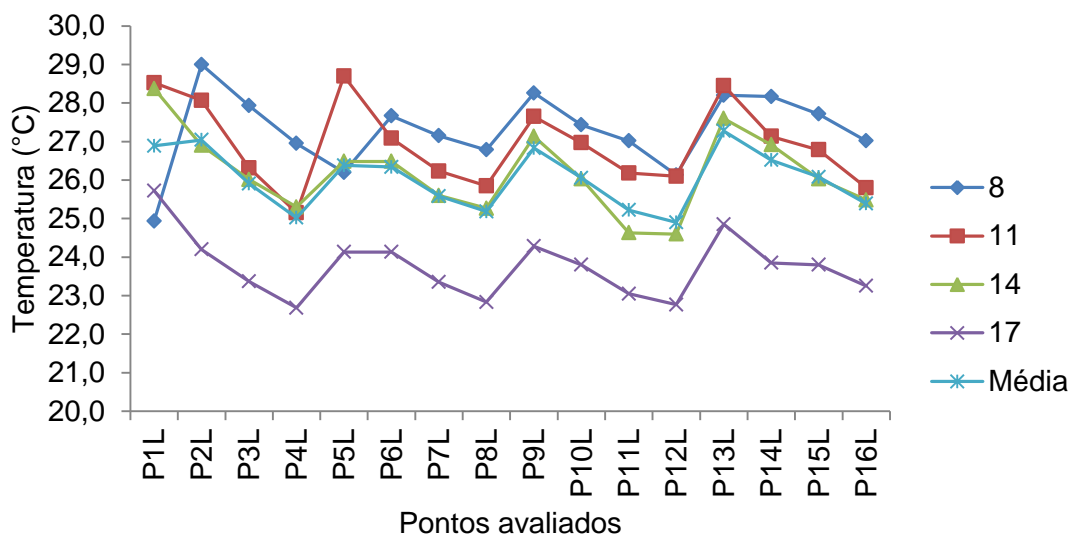


Figura 34. Valores de temperatura, em °C, para diferentes pontos e horários avaliados no LC com lírio do brejo.

No leito de controle houve uma redução no valor médio da temperatura no último horário de análise (17:00 h). (Figura 34).

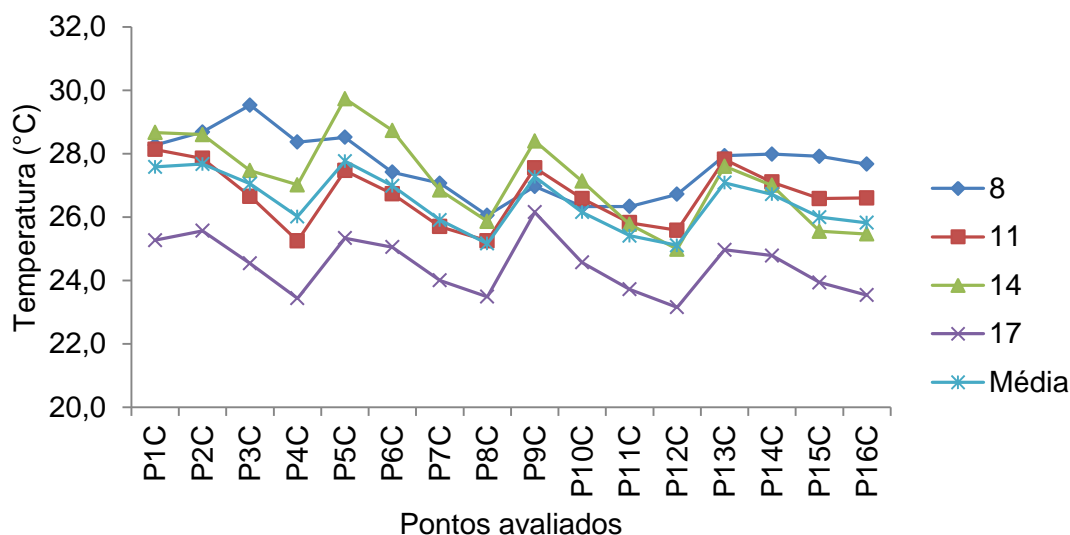


Figura 35. Valores de temperatura, em °C, para diferentes pontos e horários avaliados no leito controle.

As médias, desvio padrão e coeficiente de variação, considerando os valores dos dias e horários de medida, há redução nas médias nos pontos 13 a 16 nos horários de 14:00 e 17:00, no leito com taboa.

No leito com papiro brasileiro temos redução nas médias de temperatura no dia 20 de abril, e no horário de 17:00h. No leito com lírio do brejo houve maiores médias nos dias 1 e 16/11/2015 e menores médias nos pontos 9 a 12 e 13 a 16 onde houve maior desenvolvimento das mudas.

A redução nas médias no horário das 17:00h também ocorre no leito controle, porém essas médias não tem grande variação quanto aos pontos. E somente no último dia de análise houve médias menores em todo o leito (ANEXOS M, N, O e P).

5.5 Oxigênio Dissolvido (OD)

Este é um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade da água. A dissolução de gases na água sofre a influência de distintos fatores ambientais (temperatura, pressão, salinidade). As variações nos teores de oxigênio dissolvido estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d'água, indicam que recebem matéria orgânica; que existe decomposição da matéria orgânica por bactérias

aeróbias e que, geralmente, acompanha pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido da água. (MORAES, 2008; SILVA et al., 2011)

Na tabela 16 apresentam-se as médias de oxigênio dissolvido no efluente antes da entrada nos leitos. Houve baixos valores de oxigênio dissolvido nos primeiros dias de análises e no último dia. Nos dias 5 e 16/11/2015 houve elevação nas análises. Quando comparados à média geral de entrada e as encontradas nos leitos houve menor valor no ponto de entrada.

Tabela 16. Valores de Oxigênio dissolvido, mg L⁻¹ O₂, no efluente de entrada dos leitos para diferentes datas de medição.

Ano	2015				2016				
Ponto avaliado	1/9	16/9	5/11	16/11	20/4	Média	DP	CV (%)	
Entrada	23,0	20,2	115,9	139,8	62,7	72,3	54,1	74,8	

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (mg L⁻¹ de O₂)

Na Tabela 17 apresenta-se a média geral do oxigênio dissolvido (OD) entre leitos, onde se pode notar que o leito com Taboa apresentou maior média, enquanto o leito controle a menor média.

Tabela 17. Média geral do Oxigênio dissolvido, mg L⁻¹ O₂, nos leitos.

Média dos pontos	Taboa	Papiro brasileiro	Lírio do brejo	Controle. sem planta
P1 a P4	78,1	76,1	79,2	71,8
P5 a P8	71,9	73,5	75,5	54,2
P9 a P12	79,0	76,4	75,4	55,4
P12 a P16	78,5	75,4	76,7	55,2
Média	76,87 a	75,37 a	76,68 a	59,18 b
CV (%)	5,57			

Média seguida por letras iguais na linha de média geral não diferem a 5% de probabilidade pelo teste t.

CV = Coeficiente de variação (%)

Nas Figuras 36, 37, 38 e 39 apresenta-se os níveis de oxigênio dissolvido entre os pontos e dias de análises. Nesses podemos observar o comportamento do parâmetro no perfil dos leitos.

Nos leitos com taboa, papiro brasileiro e Lírio do brejo observam-se elevação no teor de oxigênio dissolvido nos pontos superiores, 1, 5, 9 e 13 nos dias 5/11/2015 e 20/04/2016. Enquanto nos dias 1 e 16/09/2015 houve uma estabilização nos valores. (Figura 36, 37 e 38)

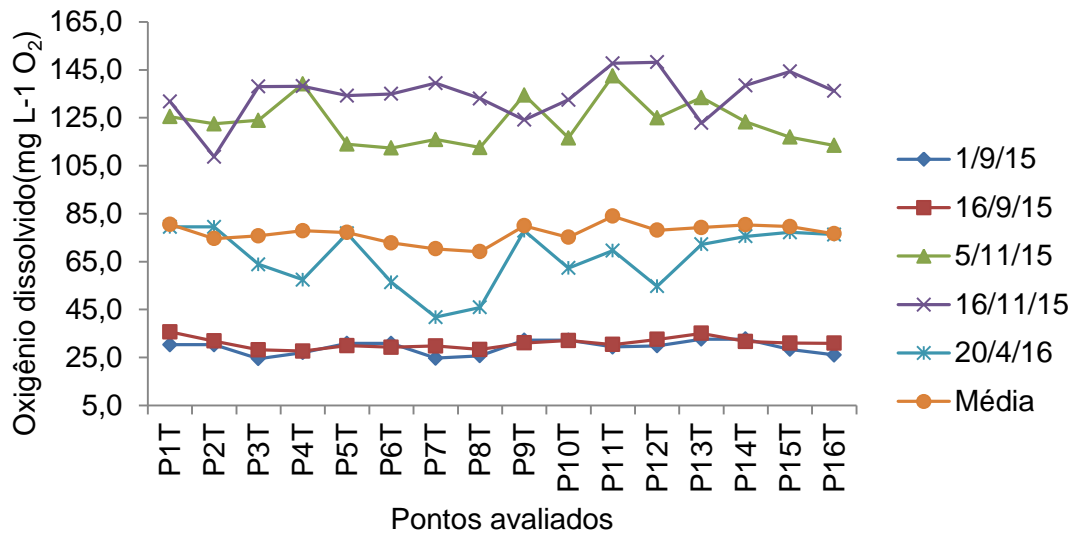


Figura 36. Valores de Oxigênio dissolvido, $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$, no LC com taboa, para diferentes datas e pontos avaliados.

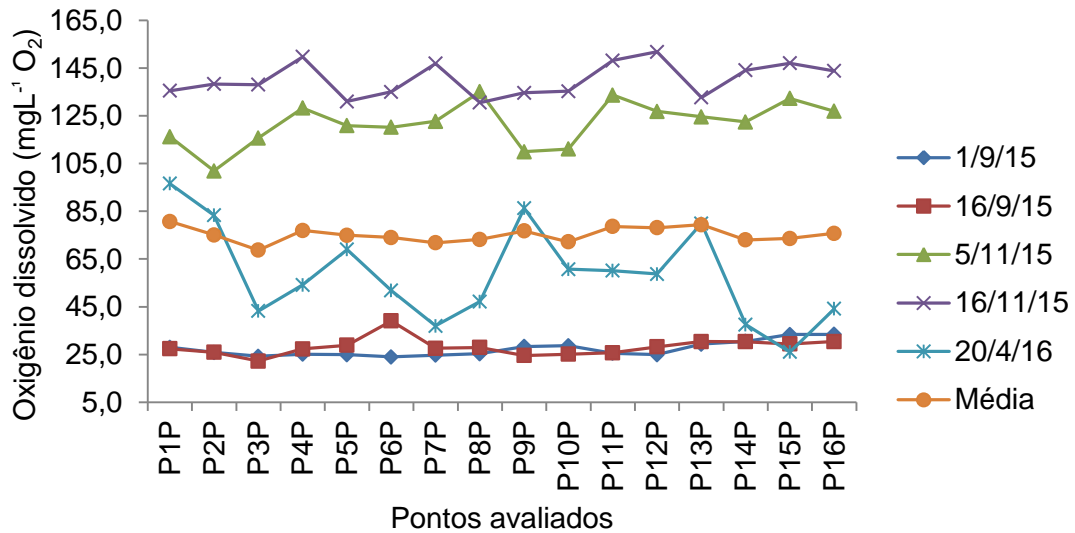


Figura 37. Valores de Oxigênio dissolvido, $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$, no LC com papiro brasileiro, para diferentes datas e pontos avaliados

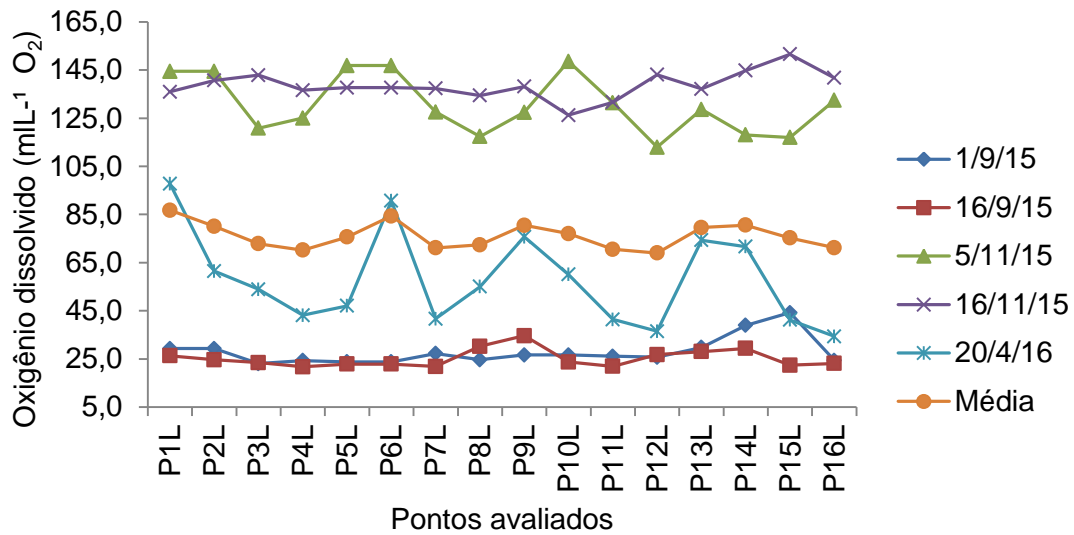


Figura 38. Valores de Oxigênio dissolvido, $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$, no LC com Lirio do brejo, para diferentes datas e pontos avaliados.

No leito sem cultivo houve menores valores de oxigênio dissolvido quando comparados aos leitos com cultivo, nele também há elevação nos pontos superiores do leito e redução no último ponto (P16C) (Figura 39).

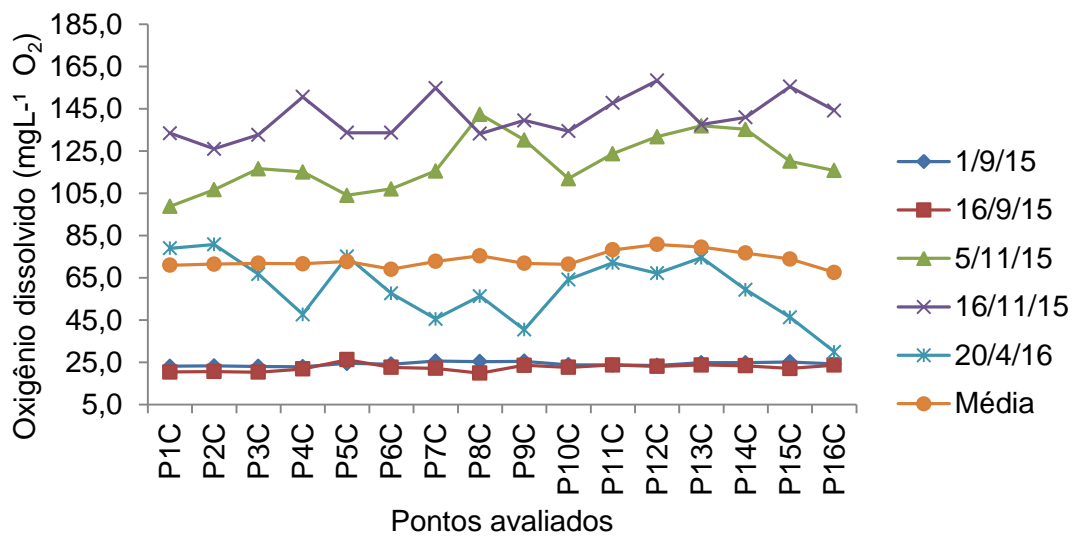


Figura 39. Valores de Oxigênio dissolvido, $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$, no leito de controle, para diferentes datas e pontos avaliados.

Na Tabela 18 observa-se o valor médio de oxigênio dissolvido no efluente antes da entrada nos leitos, para diferentes horários, onde apresenta menor média na análise realizada às 11h.

Tabela 18. Valor médio de Oxigênio dissolvido, $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$, no efluente antes da entrada nos leitos.

Horário de coleta							
Ponto avaliado	8:00	11:00	14:00	17:00	Média	DP	CV (%)
Entrada	71,2	69,4	71,8	76,8	72,3	3,2	4,4

No leito com taboa somente às 14h houve baixos níveis de oxigênio dissolvido. (Figura 40)

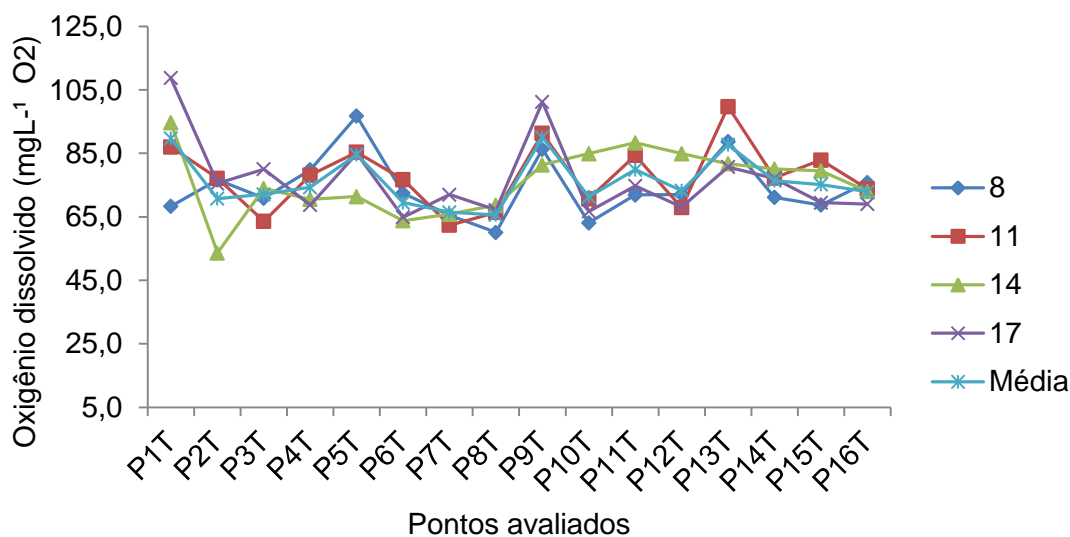


Figura 40. Valores de Oxigênio dissolvido, $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$, no LC com taboa, para diferentes pontos e horários avaliados

Houve pouca variação dos valores médios de oxigênio dissolvido no LC com papiro brasileiro, somente às 17:00 h houve aumento (Figura 40), o mesmo ocorreu no leito de cultivo com Lírio do brejo (Figura 41).

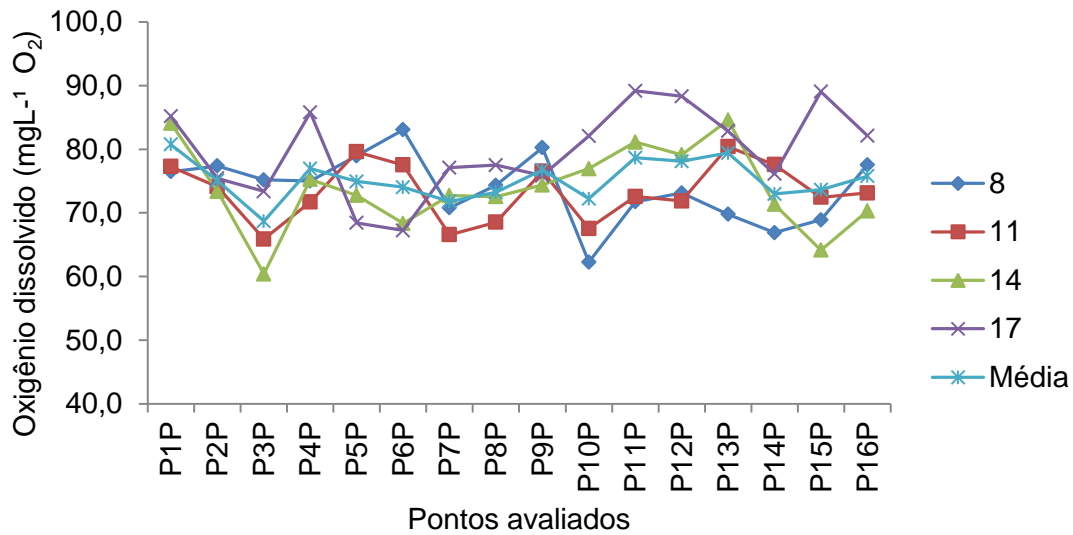


Figura 41. Valores de Oxigênio dissolvido, $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$, no LC com papiro brasileiro, para diferentes pontos e horários avaliados.

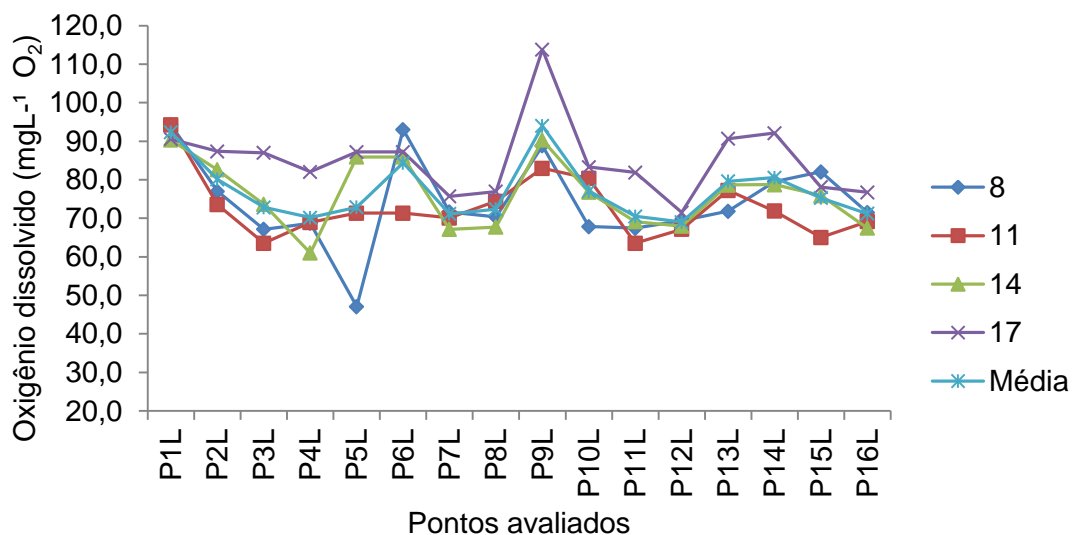


Figura 42. Valores de Oxigênio dissolvido, $\text{mg L}^{-1} \text{O}_2$, no LC com Lírio do brejo, para diferentes pontos e horários avaliados

Na Figura 43 mostra os valores médios de oxigênio dissolvido no leito de controle, onde podemos observar que foram inferiores aos encontrados nos leitos com cultivo. E também que na análise das 17h houve elevação do valor médio, principalmente nos pontos superiores do leito.

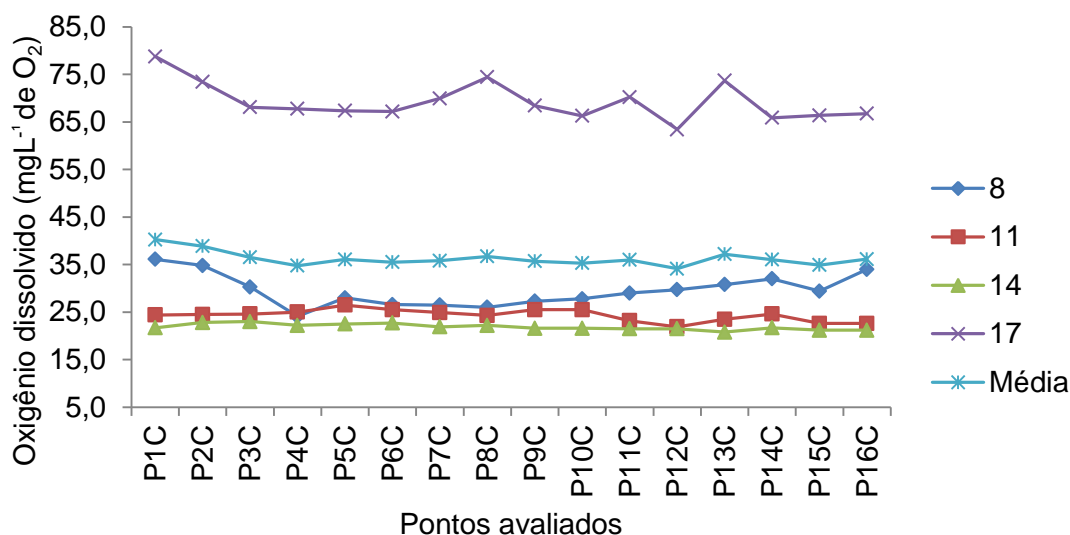


Figura 43. Valores de Oxigênio dissolvido, mg L⁻¹ O₂, no leito controle, para diferentes pontos e horários avaliados

O comportamento dos níveis de oxigênio no leito com taboa houve menores valores nos primeiros dias de análises, pós transplântio, nos dias 5 e 16/11/2015 têm os maiores valores. As análises realizadas às 17:00 h há maiores médias na entrada dos leitos e maiores médias às 11h nos pontos finais do leito (ANEXO Q).

No leito com papiro brasileiro e lírio do brejo houve elevação no nível de oxigênio na análise realizada às 17:00 h. No geral houve médias menores nos primeiros dias de análises (ANEXOS R e S).

O mesmo ocorre no leito controle, porém notam-se médias menores quando comparadas as médias nos leitos com cultivo (ANEXO T). No leito com cultivo de taboa houve elevação na análise das 11:00 h. Quando relacionados a comportamento da temperatura e do oxigênio vemos que com o aumento da temperatura houve uma redução na solubilidade de oxigênio, isso ocorre devido o aumento na taxa de transferência de gases e como consequência um consumo maior de O₂ pela matéria orgânica (IRRIGA & PRECISA, 199; VON SPERLING, 2014).

5.6 Alcalinidade total

A alcalinidade é um parâmetro que está relacionado à água e a capacidade de neutralizar os ácidos (MORAES, 2008). Esta, tem como variação quantidade de sabões, óleos, desinfetantes e outros produtos químicos utilizados para limpeza, que pode ser encontrado no efluente por ter seu esgoto classificado de origem doméstica.

O valor médio da alcalinidade no efluente antes da entrada nos leitos (Tabela 19) é inferior a todas as médias encontrada nos leitos.

Tabela 19. Valores de alcalinidade total, em $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$, no efluente antes na entrada dos leitos cultivados, para diferentes datas e pontos avaliados.

Ano	2015						2016		
Ponto avaliado	1/9	16/9	5/11	16/11	4/4	20/4	Média	DP	CV (%)
Entrada	235	165	245	210	160	130	190,8	46,0	24,1

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão ($\text{mg L}^{-1} \text{deCaCO}_3$)

Nas Figuras 44, 45, 46 e 47 apresenta-se a variação de alcalinidade no leito com taboa, onde houve pequena variação entre os pontos e dias de análises. Observa-se também redução nos pontos 5, 9 e 13 e elevação quando comparamos os primeiros pontos do leito com os últimos. (Figura 44)

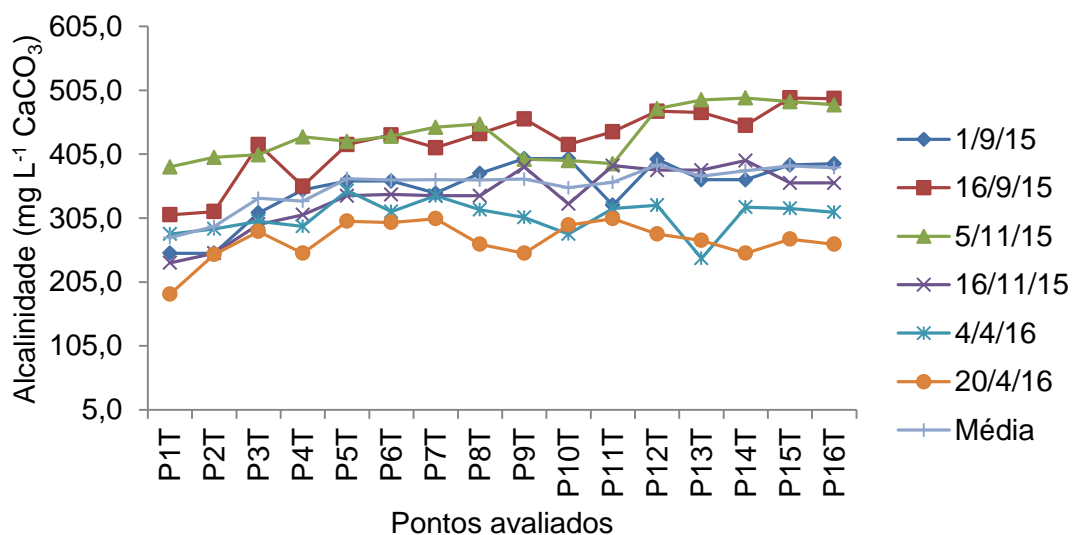


Figura 44. Valores de alcalinidade total, em $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$, no LC com taboa, para diferentes datas e pontos avaliados.

Do mesmo modo, também é apresentado nos LC com papiro brasileiro e Lírio do brejo, com elevação nas médias de alcalinidade a partir do primeiro ponto (Figuras 45 e 46).

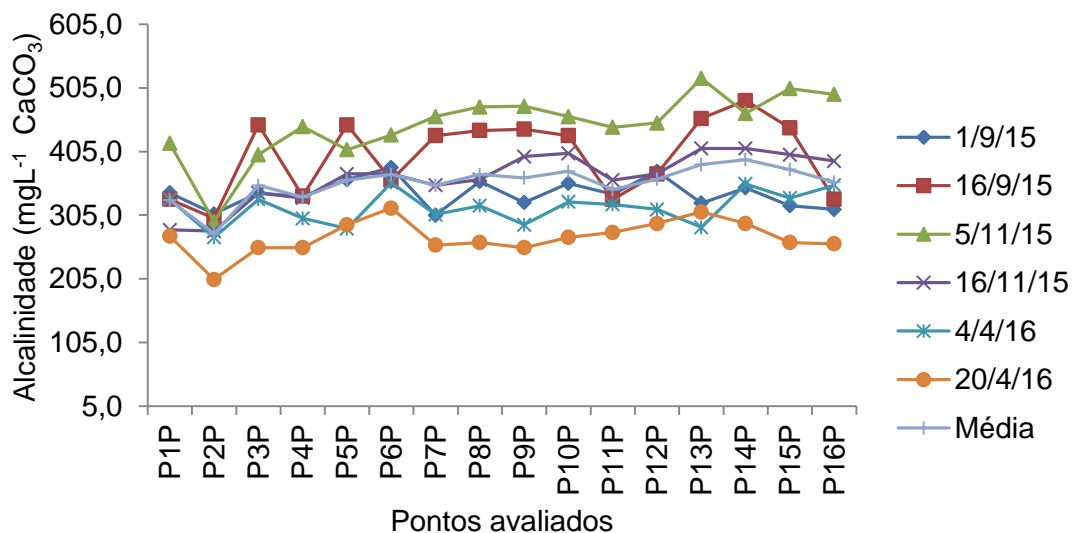


Figura 45. Valores de alcalinidade total, em $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$, no LC com papiro brasileiro, para diferentes datas e pontos avaliados

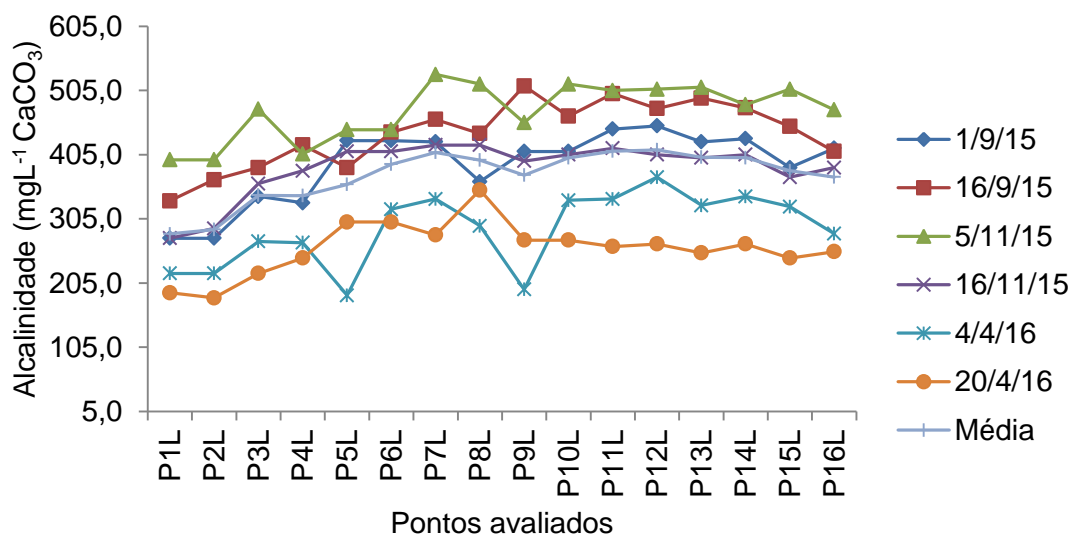


Figura 46. Valores de alcalinidade total, em $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$, no LC com Lírio do brejo, para diferentes datas e pontos avaliados.

Os valores médios de alcalinidade no leito de controle foram superiores quando comparados aos leitos com cultivo (Figura 47)

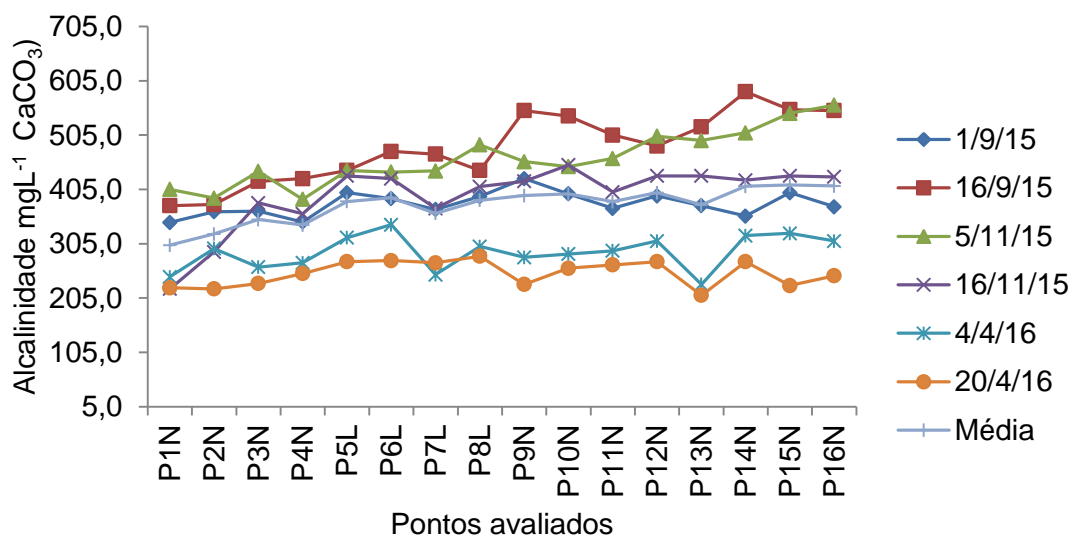


Figura 47. Valores de alcalinidade total, em mg L⁻¹ CaCO₃, no leito de controle, para diferentes datas e pontos avaliados

Nos leitos com cultivo houve elevada alcalinidade nos dias 16 e 5/11/2015 e médias menores na última análise realizada (20/04/2016), há também maiores médias nos pontos 5 a 8 e 9 a 12. (ANEXOS U, V e W).

O mesmo ocorre no leito controle, pode-se observar elevação de alcalinidade nos pontos 13 a 16. No primeiro dia de análise houve médias menores de alcalinidade (ANEXO W).

6. CONCLUSÕES

O valor de CE do efluente antes da entrada dos leitos é inferior aos obtidos com valores nos dias e horários de medida (média geral) em todos os pontos e leitos; considerando a média dos horários entre os dias de medida, no LC com lírio do brejo e sem planta, a CE é maior que no LC com papiro brasileiro, mas igual ao LC com taboa.

Os leitos cultivados com as macrófitas apresentam maiores valores de oxigênio dissolvido, comparados com o leito de controle.

Todos os leitos apresentaram elevação de pH desde a entrada até os pontos finais dos leitos.

A turbidez em todos os leitos apresenta elevada redução da entrada em direção à saída do efluente no interior do leito.

Há menor temperatura em todos os pontos nos LC com taboa e papiro brasileiro em relação ao LC com lírio do brejo e leito controle, sendo que nestes últimos há menor variação entre os pontos avaliados.

A alcalinidade é maior na posição inicial (entrada) em relação aos últimos pontos (saída), em todos os leitos.

Quanto à relação dos horários de análises, o parâmetro condutividade elétrica no leito com cultivo de taboa há uma redução das médias nos horários das 14:00 e 17:00h, redução também notada no controle. No leito com papiro a redução ocorre nos horários de 11:00 e 14:00h, enquanto no leito com Lírio do brejo há uma menor média às 8:00h.

O pH se mantém constantes entre os horários de medidas ao longo do dia.

Em todos os leitos com cultivo houve grande redução da temperatura às 17:00h.

O oxigênio dissolvido é semelhante nos leitos com cultivo de papiro brasileiro e lírio do brejo, com elevação às 17:00h.

Os índices observados de todos os atributos atendem aos padrões estabelecidos por resoluções do Conama, para lançamento em cursos de água Classe 2 e para uso na irrigação.

7. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A agricultura é vilã ou vítima na crise hídrica?** Disponível em:

<http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/03/150302_agua_agricultura_pai>. Acesso em: 2 jun. 2016.

ALMEIDA, R.A.; OLIVEIRA L.F.; KLIEMANN, H. J. Eficiência de espécies vegetais na purificação de esgoto sanitário. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 1, p. 1–9, 2007.

BARRETO, C. D. O. Eficiência de leito de macrófitas como unidade de polimento de efluente de indústria de aditivos para ração. **Universidade Estadual de Campinas**, 2005.

BRASIL, M. D. S.; MATOS, A. T. DE; SOARES, A. A. Plantio e desempenho fenológico da taboa (*Thypha* sp.) utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 12, p. 266–272, 2007.

BRIX, H. Functions of macrophytes in constructed wetlands. **Water Science and Technology**, v. 29, p. 71–78, 1994.

BRIX, H. Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? **Water Science and Technology**, v. 35, p. 11–17, 1997.

CARVALHO, S. T. et al. Avaliação do Uso de Áreas Construídas de Superfície Alagada Livre (SAL) para Tratamento de Efluentes Superficiais de Pátios de Compostagem da Indústria de Celulose. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, p. 131–142, 2012.

COLARES, C. J. G.; SANDRI, D. Eficiência do tratamento de esgoto com tanques sépticos seguidos de leitos cultivados com diferentes meios de suporte. **Revista Ambiente e Agua**, v. 8, n. 1, p. 172–185, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE- CONAMA. Resolução CONAMA 430/2011. **Diário Oficial da União**, p. 8, 2011.

DINIZ, H. N. et al. Hydrogeology and hydrodynamics of Tremembé aquifer, São Paulo, Brazil. **Revista Ambiente & Agua-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 4, n. 2, p. 57–65, 2009.

EPA. Manual Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters

Manual Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters. **Risk Management**, v. (EPA-625-R, n. September, p. 166, 2000.

ESTEVEES, F. D. A. Fundamentos de Limnologia. **Interface**, n. 2, p. 226, 1988.

FUNASA. **Manual de saneamento**. 3^a. ed. Brasília: [s.n.]. v. 3

GUNTENSPERGEN, G. R., STEARNS, F. & KADLEC, J. A. **Wetland vegetation**. Tennessee/USA: Chattanooga, 1988

HEALTH, A. P.; (APHA), A. **Methods for the Examination of Water and Wastewater**. [s.l: s.n.].

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **No Title**. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtm>>.
Acesso em: 31 maio. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em:
<http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTA0Ng==>.
Acesso em: 18 jul. 2016.

JANZEN, J. G.; SCHULZ, H. E.; LAMON, A. W. Measurements of dissolved oxygen concentration at water surface. p. 278–283, 2008.

KRONEMBERGER, D. Análise dos Impactos na Saúde e no Sistema Único de Saúde Decorrentes de Agravos Relacionados a um Esgotamento Sanitário Inadequado dos 100 Maiores Municípios Brasileiros no Período 2008-2011 Denise Kronemberger. **Trata Brasil**, p. 74, 2013.

MANIOS T; STENTIFORD EI; MILLNER P. The removal of chemical oxygen demand from primary-treated domestic wastewater in subsurface-flow reed beds using different substrates. **Water Environment Research**, v. 75, n. METCALF, p. 336–341, [s.d.].

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. LEI N° 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. **Diário Oficial da União**, 1981.

MIRANDA, R. DE; APARECIDO, F.; MIRANDA, G. DE. Avaliação da precisão de um kit comercial de análise de água por comparação com a titulometria. p. 4–6, 2011.

MORAES, P. B. St 502 – Tratamento Biológico De Efluentes Líquidos St 503 - Tratamento Físico-Químico De Efluentes Líquidos. **Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental CESET/UNICAMP**, p. 1–14, 2008.

PITALUGA, D. P. D. S. **AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SUBSTRATOS NO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO POR ZONA DE RAÍZES.** [s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2011.

POLLARD P. C. Bacterial activity in plant (*Schoenoplectus validus*) biofilms of constructed wetlands. **Water Research.**, 2010.

REED, S. C.; CRITES, R. W.; MIDDLEBROOKS, E. J. Natural systems for management and treatment. **McGraw-Hill**, p. 435, 1995.

SEZERINO, P. H. **Potencialidade dos filtros plantados com macrófitas (constructed wetlands) no pós-tratamento de lagoas de estabilização sob condições de clima subtropical.** [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

SILVA, Í. N. et al. Qualidade de água na irrigação. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 7, n. 3, p. 1–15, 2011.

SOUZA, C. A. DE; SANTOS, B. DE S. **IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO, COM A APLICAÇÃO DE UM WETLAND DE FLUXO HORIZONTAL SUBSUPERFICIAL EM ESMERALDAS/MG.** [s.l.] Centro Universitário UNA, 2016.

TANNER, C. C. Plants as ecosystem engineers in subsurface-flow treatment wetlands. **Water Science and Technology.**, p. 9–17, 2001.

UESPA. Free water surface wetlands for wastewater treatment: A technology assessment. **Office of water**, n. Washington, p. 154, 1999.

UNICEF, W. Diarrhoea: why children are still dying and what can be done. **Unicef, Geneva: WHO**, n. New York, p. 58, 2009.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION - USEPA. **Design manual on constructed wetlands and aquatic plant systems for municipal wastewater treatment.** Cincinnati – OH/USA, 1988.

VALENTE, JOSÉ PEDRO SERRA; PADILHA, PEDRO MAGALHÃES; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés. **Eclet. Quím**, p. 49–66, 1997.

VALENTIM, M. A. A. **Uso de leitos cultivados no tratamento de efluente de tanque séptico modificado.** [s.l: s.n.].

VALENTIM, M. A. A. **Desempenho de leitos cultivados (“constructed wetland”) para tratamento de esgoto: contribuições para concepção e**

operação. [s.l: s.n.].

VARGAS, A.V.; VIEIRA, E.S.; NUNES, K. B. **DETERMINAÇÃO RÁPIDA DO OXIGÊNIO DISSOLVIDO EM SISTEMAS AQUOSOS.** Disponível em:

<<http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/4/4-698-833.htm>>. Acesso em: 2 jun. 2016.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, 2014. Disponível em:

<<http://www.editoraufmg.com.br/pages/obra/109/introducao-a-qualidade-das-aguas-e-ao-tratamento-de-esgotos>>

8. ANEXOS

Anexo A- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de condutividade elétrica em $\mu\text{S cm}^{-1}$ no leito com taboa para os diferentes pontos e horas de medição.

		Datas de coleta						Pontos avaliados			Horário de coleta					
		1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média
		Pontos 1 a 4						P1T	1144,1 cdef	261,9	22,9	Pontos 1 a 4				
Média	1372,2	1469,8	1409,5	1180,3	935,1	773,8	1190,1	P2T	1155,0bcdef	278,7	24,1	1206,9	1185,7	1173,7	1174,7	1185,3
DP	42,3	33,3	11,2	25,2	17	22,6	17,5	P3T	1187,4 abc	286,7	24,1	31,4	18,6	21,3	20,3	21,8
CV%	3,1	2,3	0,8	2,1	1,8	2,9	1,5	P4T	1189,8 abc	285,3	24	2,6	1,6	1,8	1,7	1,8
		Pontos 5 a 8						P5T	1222,4 a	327,9	26,8	Pontos 5 a 8				
Média	1195	1493,8	1378,1	1236,3	939,4	794,5	1172,8	P6T	1213,9 a	324,9	26,8	1173,0	1209,2	1184,3	1189,9	1189,1
DP	42,3	14	11,7	2,4	3,2	8,3	1,8	P7T	1193,6 ab	302,7	25,4	15,6	47,1	14,6	16,8	20,2
CV%	3,5	0,9	0,8	0,2	0,3	1	0,2	P8T	1188,7 abc	303,7	25,5	1,3	3,9	1,2	1,4	1,7
		Pontos 9 a 12						P9T	1183,0 abcd	310,1	26,2	Pontos 9 a 12				
Média	1080,1	1430,3	1372,7	1234	1279,3	785,9	1197	P10T	1184,1 abc	282,4	23,9	1183,9	1176,6	1172,0	1169,7	1175,6
DP	28,8	6	8,7	4,4	4,4	10,6	2,5	P11T	1179,2abcde	280,2	23,8	6,2	9,7	14,0	12,0	10,2
CV%	2,7	0,4	0,6	0,4	0,3	1,3	0,2	P12T	1179,1abcde	273	23,2	0,5	0,8	1,2	1,0	0,9
		Pontos 13 a 16						P13T	1149,6 bcdef	294	25,6	Pontos 13 a 16				
Média	1049	1356,2	1353,4	1246,5	862,4	741,6	1101,5	P14T	1137,7 def	289	25,4	1139,0	1133,2	1131,5	1139,0	1135,7
DP	6,5	6,9	5,9	6,3	21,2	5,9	2,8	P15T	1131,6 f	286,6	25,3	7,6	5,6	4,7	4,7	2,8
CV%	0,6	0,5	0,4	0,5	2,5	0,8	0,3	P16T	1136,8 ef	285,8	25,1	0,7	0,5	0,4	0,4	0,2

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

Anexo B- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de condutividade elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, no leito com papiro brasileiro para os diferentes pontos e horas de medição.

Datas de coleta								Pontos avaliados			Horário de coleta					
Dias	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
Pontos 1 a 4								P1P	1205,5 a	293,2	24,3	Pontos 1 a 4				
Média	1372,2	1469,8	1409,5	1180,3	935,1	773,8	1190,1	P2P	1165,1 ab	284,5	24,4	1201,3	1192,8	1184,8	1181,4	1190,1
DP	42,3	33,3	11,2	25,2	17,0	22,6	17,5	P3P	1192,1 ab	276,2	23,2	14,3	6,5	26,3	24,6	17,5
CV%	3,1	2,3	0,8	2,1	1,8	2,9	1,5	P4P	1197,6 ab	276,9	23,1	1,2	0,5	2,2	2,1	1,5
Pontos 5 a 8								P5P	1172,4 ab	265	22,6	Pontos 5 a 8				
Média	1195,0	1493,8	1378,1	1236,3	939,4	794,5	1172,8	P6P	1170,5 ab	267	22,8	1174,5	1168,5	1169,8	1178,6	1172,8
DP	42,3	14,0	11,7	2,4	3,2	8,3	1,8	P7P	1174,7 ab	262,5	22,3	7,2	3,6	6,0	1,0	1,8
CV%	3,5	0,9	0,8	0,2	0,3	1,0	0,2	P8P	1173,8 ab	262,1	22,3	0,6	0,3	0,5	0,1	0,2
Pontos 9 a 12								P9P	1195,1 ab	240,1	20,1	Pontos 9 a 12				
Média	1080,1	1430,3	1372,7	1234,0	1279,3	785,9	1197,0	P10P	1198,8 ab	236,1	19,7	1131,5	1133,8	1132,0	1134,7	1133,0
DP	28,8	6,0	8,7	4,4	4,4	10,6	2,5	P11P	1194,7 ab	231,8	19,4	30,3	4,7	5,5	4,8	9,9
CV%	2,7	0,4	0,6	0,4	0,3	1,3	0,2	P12P	1199,6 ab	233,2	19,4	2,7	0,4	0,5	0,4	0,9
Pontos 13 a 16								P13P	1098,0 b	265,7	24,2	Pontos 13 a 16				
Média	1049,0	1356,2	1353,4	1246,5	862,4	741,6	1101,5	P14P	1104,6 ab	263,5	23,9	1102,5	1101,1	1095,6	1107,0	1101,5
DP	6,5	6,9	5,9	6,3	21,2	5,9	2,8	P15P	1102,5 ab	254	23	10,1	4,0	4,3	5,8	2,8
CV%	0,6	0,5	0,4	0,5	2,5	0,8	0,3	P16P	1101,0 ab	258,5	23,5	0,9	0,4	0,4	0,5	0,3

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

Anexo C- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de condutividade elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, no leito com Lírio do brejo para os diferentes pontos e horas de medição.

Datas de coleta								Pontos avaliados			Horário de coleta					
Dias	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
Pontos 1 a 4								P1L	1169,0 h	334	28,6	Pontos 1 a 4				
Média	1398,6	1486,1	1453,8	1159,9	909,9	750,2	1193,1	P2L	1183,9fgh	308,7	26,1	1123,7	1164,6	1158,7	1158,5	1151,4
DP	10,3	37,6	3,4	32,0	43,0	23,0	21,1	P3L	1201,8 ef	304,8	25,4	170,8	76,1	78,1	78,7	100,4
CV%	0,7	2,5	0,2	2,8	4,7	3,1	1,8	P4L	1217,5bcde	298,5	24,5	15,2	6,5	6,7	6,8	8,7
Pontos 5 a 8								P5L	1233,0abcd	62,9	5,1	Pontos 5 a 8				
Média	1453,8	1558,2	1424,3	1211,4	964,6	826,9	1240,1	P6L	1249,8 a	284,1	22,7	1146,5	1162,1	1237,0	1238,8	1196,1
DP	6,6	7,5	4,4	2,8	36,2	9,8	7,1	P7L	1239,8 ab	290,7	23,4	213,1	164,1	9,4	2,9	92,8
CV%	0,5	0,5	0,3	0,2	3,8	1,2	0,6	P8L	1237,7 abc	293,7	23,7	18,6	14,1	0,8	0,2	7,8
Pontos 9 a 12								P9L	1206,6 def	321,7	26,7	Pontos 9 a 12				
Média	1397,1	1523,6	1418,1	1202,3	940,6	751,0	1205,4	P10L	1207,5 cdef	309,4	25,6	1196,8	1188,1	1196,4	1202,2	1195,9
DP	6,8	9,2	13,8	6,9	4,0	10,0	3,7	P11L	1200,0 efg	301,1	25,1	23,6	23,3	15,5	22,7	18,6
CV%	0,5	0,6	1,0	0,6	0,4	1,3	0,3	P12L	1207,7 cdef	300,4	24,9	2,0	2,0	1,3	1,9	1,6
Pontos 13 a 16								P13L	1170,1 gh	302,9	25,9	Pontos 13 a 16				
Média	1308,3	1500,3	1423,7	1146,9	892,9	727,5	1166,6	P14L	1168,7 h	302,5	25,9	1174,9	1164,2	1161,9	1165,4	1166,6
DP	18,1	6,9	10,6	4,4	1,4	15,1	3,4	P15L	1164,6 h	307,2	26,4	13,5	12,3	4,1	7,3	3,4
CV%	1,4	0,5	0,7	0,4	0,2	2,1	0,3	P16L	1162,9 h	308,6	26,5	1,1	1,1	0,4	0,6	0,3

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

Anexo D- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de condutividade elétrica, em $\mu\text{S cm}^{-1}$, no leito controle para os diferentes pontos e horas de medição.

Dias	Datas de coleta							Média	Pontos avaliados			Horário de coleta				
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média		Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média
Pontos 1 a 4								P1C	1130,2 d	266,2	23,6	Pontos 1 a 4				
Média	1367,6	1454,7	1386,1	1128,8	935,9	759,6	1172,1	P2C	1157,4 cd	274,4	23,7	1157,6	1185,1	1164,9	1163,1	1167,7
DP	28,6	55,2	59,3	36,3	26,7	18,8	34,6	P3C	1198,3 abcd	294,3	24,6	92,7	19,3	34,1	35,4	42,1
CV	2,1	3,8	4,3	3,2	2,9	2,5	3,0	P4C	1202,6 abc	286,6	23,8	8,0	1,6	2,9	3,0	3,6
Pontos 5 a 8								P5C	1236,0 a	292,9	23,7	Pontos 5 a 8				
Média	1382,6	1574,6	1429,7	1233,4	984,1	813,0	1236,2	P6C	1242,5 a	290,9	23,4	1239,6	1239,6	1233,8	1231,9	1236,2
DP	6,9	7,3	16,2	8,0	9,6	2,6	4,4	P7C	1232,4 ab	284,8	23,1	11,6	7,2	9,0	10,0	4,4
CV	0,5	0,5	1,1	0,6	1,0	0,3	0,4	P8C	1234,0 a	285,6	23,1	0,9	0,6	0,7	0,8	0,4
Pontos 9 a 12								P9C	1196,8 abcd	320,4	26,8	Pontos 9 a 12				
Média	1212,6	1587,5	1468,1	1251,5	912,9	761,3	1199,0	P10C	1197,1 abcd	320,4	26,8	1206,3	1202,0	1199,4	1188,3	1199,0
DP	19,2	7,9	3,7	3,7	3,6	10,7	3,6	P11C	1197,8 abcd	315,1	26,3	5,3	4,5	6,3	2,4	3,6
CV	1,6	0,5	0,3	0,3	0,4	1,4	0,3	P12C	1204,3 abc	309	25,7	0,4	0,4	0,5	0,2	0,3
Pontos 13 a 16								P13C	1158,7cd	341,1	29,4	Pontos 13 a 16				
Média	1127,0	1574,2	1485,2	1209,5	849,9	711,4	1159,5	P14C	1163,4 bcd	343,2	29,5	1162,3	1159,6	1159,8	1156,4	1159,5
DP	10,7	3,0	12,5	5,3	5,5	9,0	3,1	P15C	1160,0 cd	337	29	12,5	3,2	3,0	7,1	3,1
CV	1,0	0,2	0,8	0,4	0,7	1,3	0,3	P16C	1156,0 cd	339,4	29,4	1,1	0,3	0,3	0,6	0,3

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão ($\mu\text{S cm}^{-1}$)

Anexo E- Média, desvio padrão e coeficiente de variação pH no leito com taboa para os diferentes pontos e horas de medição.

	Datas da coleta							Pontos avaliados			Horário					
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
	Pontos 1 a 4							P1T	6,25g	0,72	11,58	Pontos 1 a 4				
Média	6,22	6,29	6,76	6,50	5,49	6,58	6,29	P2T	6,27fg	0,45	7,1	5,35	6,26	6,24	6,22	6,02
DP	0,15	0,17	0,16	0,19	0,16	0,03	0,07	P3T	6,25efg	0,4	6,34	0,49	0,06	0,08	0,09	0,21
CV	2,45	2,76	2,35	2,98	2,89	0,48	1,04	P4T	6,39defg	0,42	6,55	9,15	1,03	1,22	1,47	3,43
	Pontos 5 a 8							P5T	6,61cde	0,57	8,68	Pontos 5 a 8				
Média	6,66	6,72	7,06	6,88	5,57	6,73	6,60	P6T	6,56defg	0,49	7,52	6,76	6,55	6,55	6,55	6,60
DP	0,08	0,04	0,12	0,03	0,02	0,05	0,03	P7T	6,60cdef	0,53	8,1	0,03	0,00	0,05	0,08	0,03
CV	1,24	0,64	1,65	0,42	0,35	0,70	0,51	P8T	6,64bcd	0,56	8,48	0,42	0,03	0,79	1,27	0,53
	Pontos 9 a 12							P9T	6,92ab	0,94	13,54	Pontos 9 a 12				
Média	7,16	7,28	7,63	7,31	5,25	6,89	6,91	P10T	6,92abc	0,84	12,15	6,90	6,91	6,91	6,93	6,91
DP	0,04	0,06	0,02	0,03	0,05	0,04	0,01	P11T	6,91abc	0,87	12,54	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01
CV	0,52	0,86	0,27	0,44	0,87	0,62	0,13	P12T	6,90abc	0,86	12,46	0,54	0,19	0,26	0,21	0,17
	Pontos 13 a 16							P13T	7,02 a	1,12	15,99	Pontos 13 a 16				
Média	7,48	7,56	7,83	7,62	5,07	6,98	7,07	P14T	7,09 a	1,03	14,5	7,01	7,07	7,08	7,12	7,07
DP	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	P15T	7,09 a	1,04	14,65	0,03	0,02	0,06	0,03	0,02
CV	0,00	0,19	0,16	0,16	0,35	0,34	0,46	P16T	7,09 a	1,02	14,41	0,47	0,34	0,82	0,43	0,21

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão.

Anexo F- Média, desvio padrão e coeficiente de variação pH no leite com papiro brasileiro para os diferentes pontos e horas de medição

	Datas da coleta						Pontos avaliados			Horário						
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
	Pontos 1 a 4						P1P	6,67cd	0,59	8,9	Pontos 1 a 4					
Média	6,74	6,57	6,88	6,81	5,52	6,42	6,49	P2P	6,29e	0,46	7,34	6,65	6,39	6,46	6,45	6,49
DP	0,39	0,15	0,08	0,15	0,01	0,20	0,15	P3P	6,48de	0,5	7,66	0,17	0,10	0,19	0,18	0,15
CV	5,73	2,35	1,22	2,23	0,12	3,17	2,39	P4P	6,52de	0,51	7,84	2,58	1,60	2,88	2,78	2,39
	Pontos 5 a 8						P5P	6,86c	0,71	10,4	Pontos 5 a 8					
Média	7,53	6,99	7,27	6,94	5,59	6,74	6,84	P6P	6,80c	0,67	9,85	6,97	6,79	6,79	6,82	6,84
DP	0,11	0,08	0,05	0,06	0,03	0,13	0,03	P7P	6,83c	0,67	9,78	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
CV	1,49	1,18	0,71	0,86	0,48	1,86	0,48	P8P	6,88bc	0,65	9,44	0,56	0,43	0,53	0,51	0,48
	Pontos 9 a 12						P9P	7,14 a	0,82	11,6	Pontos 9 a 12					
Média	7,67	7,54	7,76	7,26	5,57	6,96	7,12	P10P	7,10ab	0,81	11,4	7,25	7,06	7,07	7,12	7,12
DP	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,06	0,02	P11P	7,12 a	0,82	11,5	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02
CV	0,56	0,33	0,56	0,52	0,31	0,85	0,28	P12P	7,14 a	0,82	11,5	0,61	0,38	0,27	0,37	0,28
	Pontos 13 a 16						P13P	7,28 a	0,9	12,4	Pontos 13 a 16					
Média	7,68	7,73	7,94	7,54	5,52	7,01	7,24	P14P	7,23 a	0,89	12,4	7,41	7,13	7,18	7,22	7,24
DP	0,06	0,02	0,01	0,06	0,02	0,04	0,03	P15P	7,22 a	0,9	12,5	0,05	0,04	0,03	0,02	0,03
CV	0,81	0,26	0,16	0,79	0,43	0,54	0,45	P16P	7,22 a	0,89	12,4	0,72	0,56	0,37	0,29	0,45

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão.

Anexo G- Média, desvio padrão e coeficiente de variação pH no leite com Lírio do brejo para os diferentes pontos e horas de medição.

	Datas da coleta							Pontos avaliados			Horário					
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
	Pontos 1 a 4							P1L	6,20d	0,57	9,19	Pontos 1 a 4				
Média	6,26	6,42	6,86	6,49	5,48	6,01	6,25	P2L	6,17d	0,48	7,77	6,37	6,18	6,20	6,18	6,21
DP	0,16	0,11	0,04	0,19	0,03	0,16	0,09	P3L	6,29d	0,46	7,3	0,06	0,14	0,21	0,18	0,15
CV	2,54	1,68	0,63	2,89	0,63	2,71	1,36	P4L	6,36d	0,47	7,36	0,91	2,23	3,42	2,90	2,34
	Pontos 5 a 8							P5L	6,65c	1,29	19,35	Pontos 5 a 8				
Média	6,86	6,84	7,18	7,08	5,44	6,68	6,68	P6L	6,67c	0,6	8,99	6,85	6,63	6,62	6,66	6,70
DP	0,02	0,04	0,02	0,05	0,24	0,15	0,02	P7L	6,68c	0,58	8,66	0,04	0,01	0,01	0,05	0,03
CV	0,35	0,55	0,33	0,71	4,49	2,23	0,36	P8L	6,71c	0,58	8,61	0,53	0,18	0,16	0,73	0,39
	Pontos 9 a 12							P9L	7,02b	0,83	11,76	Pontos 9 a 12				
Média	7,29	7,28	7,55	7,56	5,55	7,06	7,05	P10L	7,06b	0,76	10,71	7,21	6,95	7,00	7,01	7,04
DP	0,06	0,03	0,07	0,02	0,01	0,05	0,02	P11L	7,06b	0,77	10,85	0,04	0,06	0,04	0,05	0,05
CV	0,81	0,40	0,90	0,33	0,18	0,68	0,33	P12L	7,06b	0,76	10,81	0,49	0,91	0,63	0,77	0,66
	Pontos 13 a 16							P13L	7,30 a	0,86	11,74	Pontos 13 a 16				
Média	7,54	7,54	7,78	7,74	5,56	7,38	7,26	P14L	7,24ab	0,85	11,68	7,43	7,17	7,21	7,23	7,26
DP	0,10	0,01	0,01	0,03	0,02	0,10	0,03	P15L	7,25ab	0,85	11,75	0,06	0,02	0,04	0,02	0,03
CV	1,39	0,17	0,16	0,42	0,38	1,31	0,42	P16L	7,24ab	0,83	11,44	0,78	0,32	0,59	0,30	0,42

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão.

Anexo H- Média, desvio padrão e coeficiente de variação pH no leito controle para os diferentes pontos e horas de medição.

	Datas da coleta							Pontos avaliados			Horário					
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
	Pontos 1 a 4							P1C	6,14cd	0,42	6,91	Pontos 1 a 4				
Média	6,58	6,21	6,35	6,46	5,46	6,16	6,20	P2C	6,07d	0,34	5,6	6,40	6,19	6,06	6,17	6,20
DP	0,17	0,17	0,15	0,14	0,05	0,17	0,12	P3C	6,29cd	0,42	6,67	0,04	0,08	0,20	0,21	0,12
CV	2,54	2,66	2,30	2,11	0,93	2,78	1,92	P4C	6,32c	0,42	6,59	0,65	1,29	3,34	3,41	1,92
	Pontos 5 a 8							P5C	6,61b	0,59	8,86	Pontos 5 a 8				
Média	7,01	6,66	6,99	6,94	5,51	6,60	6,62	P6C	6,62b	0,57	8,67	6,70	6,57	6,57	6,64	6,62
DP	0,08	0,03	0,05	0,07	0,03	0,06	0,00	P7C	6,61b	0,58	8,73	0,02	0,02	0,03	0,01	0,00
CV	1,11	0,47	0,69	0,95	0,54	0,93	0,07	P8C	6,62b	0,55	8,38	0,30	0,25	0,45	0,14	0,07
	Pontos 9 a 12							P9C	7,0 a	0,8	11,42	Pontos 9 a 12				
Média	7,56	7,11	7,41	7,31	5,51	7,08	7,00	P10C	7,0 a	0,75	10,67	7,09	6,88	7,01	7,00	7,00
DP	0,17	0,05	0,06	0,08	0,02	0,14	0,02	P11C	7,02 a	0,75	10,66	0,03	0,07	0,04	0,04	0,02
CV	2,27	0,73	0,85	1,13	0,36	1,98	0,25	P12C	6,97 a	0,73	10,45	0,40	0,97	0,52	0,51	0,25
	Pontos 13 a 16							P13C	7,16 a	0,85	11,89	Pontos 13 a 16				
Média	7,63	7,46	7,68	7,66	5,51	7,14	7,18	P14C	7,18 a	0,84	11,71	7,33	7,10	7,13	7,17	7,18
DP	0,08	0,04	0,07	0,06	0,03	0,07	0,01	P15C	7,19 a	0,84	11,74	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
CV	1,08	0,57	0,93	0,72	0,59	1,01	0,17	P16C	7,19 a	0,84	11,73	0,30	0,27	0,19	0,32	0,17

CV= Coeficiente de variação (%) e DP=Desvio padrão

Anexo I-Média, desvio padrão e coeficiente de variação turbidez, em UNT, no leito com taboa para os diferentes pontos de medição.

Datas de coleta								Pontos avaliados			
	01/09/2015	16/09/2015	05/11/2015	16/11/2015	04/04/2016	20/04/2016	Média		Média	DP	CV
Pontos 1 a 4								P1T	87,6 ab	34,7	39,6
Média	72,7	121	79,9	152,9	49,6	25,4	83,6	P2T	84,2 ab	51,9	61,6
DP	32,6	49,1	46,5	12,3	38,4	13,6	15	P3T	63,2 bc	56,9	90
CV	44,9	40,6	58,3	8,1	77,3	53,7	18	P4T	99,3 a	72,5	73
Pontos 5 a 8								P5T	29,1 d	22,9	78,8
Média	21,4	39,4	27,6	68,6	12,5	8,4	29,7	P6T	34,7 cd	24,4	70,2
DP	7	9,7	9,4	3,6	1,9	1,0	4	P7T	24,9 d	21,6	87
CV	32,8	24,6	34	5,3	15,1	12	13,6	P8T	30,0 d	23,5	78,4
Pontos 9 a 12								P9T	13,4 d	6,4	47,6
Média	7,8	13,3	14,6	17	16,1	7,7	12,7	P10T	10,1 d	4	39,9
DP	1,1	4,2	9	3,5	2,7	3	2,4	P11T	15,7 d	7	44,4
CV	14,3	31,7	61,7	20,7	16,7	38,6	18,7	P12T	11,8 d	3,9	33,2
Pontos 13 a 16								P13T	7,6 d	6,3	82,8
Média	7,3	15,6	14,4	6,2	6,2	2,7	8,7	P14T	9,2 d	5,5	60,6
DP	3,4	3,2	8	1,7	0,7	1,4	1,3	P15T	7,8 d	4,8	61,3
CV	46,5	20,8	55,7	28,2	10,8	49,2	15	P16T	10,4 d	8,1	78

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (UNT)

Anexo J- Média, desvio padrão e coeficiente de variação turbidez, em UNT, no leito com papiro brasileiro para os diferentes pontos de medição.

	Datas de coleta						Média	Pontos avaliados			
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16		Média	DP	CV	
	Pontos 1 a 4							P1P	54,4 bc	32,9	60,5
Média	45,7	52,9	43,6	86,4	118,8	55,9	67,2	P2P	76,8 ab	33,8	44
DP	21,9	13,8	13,7	30,1	49,1	74,4	23,8	P3P	41,9 cd	25,6	61
CV	47,9	26,1	31,4	34,8	41,4	133,2	35,5	P4P	95,6 a	66,4	69,5
	Pontos 5 a 8							P5P	29,2 de	20,7	70,8
Média	19,3	29,1	12,5	54,8	25	9,3	25	P6P	22,3 de	13,9	62,6
DP	4,8	15,9	5	5,4	2,7	2,7	3	P7P	23,5 de	19,6	83,3
CV	24,9	54,7	40,3	9,8	10,9	28,9	12	P8P	25,1 de	15,5	62
	Pontos 9 a 12							P9P	15,6 e	13	83,4
Média	22,4	25,4	6,2	30,3	12,9	6,4	17,2	P10P	18,4 de	10,4	56,4
DP	4,4	3,8	1,4	2,9	5,9	4,8	2,4	P11P	15,0 e	8,6	57,1
CV	19,6	15	22,4	9,6	45,9	75,1	13,7	P12P	20,0 de	10,4	52
	Pontos 13 a 16							P13P	10,4 e	7,3	69,8
Média	11,7	13,8	7,3	19,3	5,8	3,3	10,2	P14P	9,5 e	5	52,7
DP	3,8	6,2	2,2	3,2	2,5	0,2	2,1	P15P	7,9 e	4,6	57,9
CV	32,3	44,7	30	16,6	43,6	5,7	20,8	P16P	13,0 e	8,3	64,1

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (UNT)

Anexo K- Média, desvio padrão e coeficiente de variação turbidez, em UNT, no leito com Lírio do brejo para os diferentes pontos de medição.

	Datas de coleta							Pontos avaliados			
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	
Pontos 1 a 4								P1L	99,0 b	46,7	47,2
Média	88,7	99,5	115,2	103,6	118,1	98,8	102,3	P2L	139,2 a	37,1	26,7
DP	17,2	16,0	42,1	60,6	22,5	65,0	25,6	P3L	81,5bcd	21,6	26,5
CV	19,4	16,1	36,6	58,5	19,1	65,8	25,0	P4L	89,5 bc	18,7	20,8
Pontos 5 a 8								P5L	31,9 de	25,5	80,2
Média	31,1	32,0	23,1	14,5	38,2	17,0	25,7	P6L	26,1 e	13,3	51,1
DP	6,4	4,8	2,2	1,1	32,1	8,9	4,4	P7L	22,6 e	8,7	38,7
CV	20,5	15,1	9,5	7,9	84,1	52,0	17,1	P8L	22,4cde	8,3	36,8
Pontos 9 a 12								P9L	10,0 e	8	80,2
Média	16,3	14,6	17,2	7,8	6,8	3,2	11,0	P10L	9,9 e	4,9	49,5
DP	2,0	2,6	3,1	1,9	2,5	1,6	1,2	P11L	11,7 e	5,2	44,6
CV	12,6	17,7	18,1	23,9	36,9	49,8	11,1	P12L	12,3 e	6,4	52,2
Pontos 13 a 16								P13L	7,3 e	6,2	84,4
Média	10,9	10,9	7,1	4,4	7,0	3,0	7,2	P14L	7,0 e	2,8	40,7
DP	5,0	2,4	3,0	2,3	1,6	1,6	0,4	P15L	7,7 e	2,7	35,4
CV	45,8	22,4	41,8	52,4	23,3	55,3	5,3	P16L	6,9 e	4,4	63,6

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (UNT)

Anexo L- Média, desvio padrão e coeficiente de variação turbidez, em UNT, no leito controle para os diferentes pontos de medição.

	Datas de coleta						Média	Pontos avaliados			
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16		Média	DP	CV	
	Pontos 1 a 4							P1C	92,39 a	36,56	39,57
Média	47,4	103,2	61,4	59,5	140,0	95,3	84,5	P2C	94,81 a	37,51	40,9
DP	19,2	13,9	26,8	37,5	37,9	66,8	20,6	P3C	53,75 b	37,51	69,78
CV	40,5	13,4	43,7	63,0	27,1	70,1	24,3	P4C	96,86 a	65,17	67,28
	Pontos 5 a 8							P5C	27,67c	17,29	62,50
Média	25,1	47,9	20,4	21,8	40,4	12,1	27,9	P6C	31,06bc	13,3	42,79
DP	9,1	4,1	4,4	8,3	5,7	3,9	2,2	P7C	26,02c	13,3	51,1
CV	36,3	8,6	21,7	38,2	14,0	32,3	7,8	P8C	27,03c	14,02	51,8
	Pontos 9 a 12							P9C	19,15 c	15,02	78,46
Média	22,6	34,7	12,6	17,7	10,3	3,9	17,0	P10C	13,89c	8,49	61,12
DP	8,8	10,8	4,6	4,1	1,0	1,4	2,3	P11C	16,44c	13,17	80,11
CV	39,1	31,2	36,7	23,3	9,6	35,8	13,8	P12C	18,40c	10,81	58,73
	Pontos 13 a 16							P13C	9,78c	5,88	60,09
Média	8,3	18,5	13,3	6,8	12,9	2,8	10,4	P14C	10,9c	5,79	53,20
DP	3,1	1,7	2,6	2,8	1,4	1,2	0,6	P15C	9,97c	6,45	64,71
CV	38,0	9,3	19,4	41,7	10,6	44,9	6,0	P16C	10,98c	5,56	50,60

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (UNT)

Anexo M- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de temperatura, em °C, no LC com taboa para os diferentes pontos e horas de medição.

	Datas da coleta							Pontos avaliados			Horário					
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
	Pontos 1 a 4							P1T	26,3 a	2,2	8,3	Pontos 1 a 4				
Média	25,6	30,8	26,7	24,2	24,8	22,9	25,8	P2T	26,2 ab	2,6	9,8	27,5	27,3	26,0	23,9	26,2
DP	0,3	0,5	0,9	0,9	1,2	0,9	0,5	P3T	25,4bcde	2,9	11,4	2,1	1,1	0,8	0,7	0,7
CV	1,3	1,7	3,5	3,5	4,9	4,0	2,0	P4T	25,3 cde	3,4	13,4	7,8	3,9	3,2	2,8	2,5
	Pontos 5 a 8							P5T	25,9 abc	3,2	12,5	Pontos 5 a 8				
Média	25,1	29,8	26,1	24,2	23,9	22,4	25,2	P6T	25,6 abcd	2,5	9,7	26,2	26,3	25,2	23,4	25,3
DP	0,4	1,0	0,8	0,6	0,5	0,6	0,6	P7T	24,9 defg	2,4	9,7	0,5	0,5	1,3	0,4	0,4
CV	1,5	3,5	2,9	2,5	2,2	2,9	2,4	P8T	24,6 efgh	2,5	10,2	1,8	2,0	5,0	1,7	1,6
	Pontos 9 a 12							P9T	25,7 abcd	2,8	11	Pontos 9 a 12				
Média	25,7	29,0	25,6	24,2	23,5	22,1	25,0	P10T	25,3 cde	2,5	10	25,5	26,7	24,6	23,2	25,0
DP	0,7	0,9	1,3	0,4	0,8	0,5	0,6	P11T	24,7 efgh	2,4	9,8	0,1	0,9	1,2	0,6	0,5
CV	2,5	3,0	5,3	1,6	3,4	2,5	2,4	P12T	24,4 fgh	2,2	9,2	0,4	3,5	5,0	2,6	1,9
	Pontos 13 a 16							P13T	25,4 bcde	1,7	6,6	Pontos 13 a 16				
Média	23,7	28,0	25,2	23,9	24,2	22,9	24,7	P14T	25,1 cdef	1,9	7,5	25,2	25,4	25,0	23,3	24,7
DP	0,2	0,5	1,2	0,6	1,2	0,8	0,7	P15T	24,2 gh	2	8,4	0,6	1,3	0,9	0,6	0,3
CV	0,9	1,7	4,6	2,5	4,8	3,7	2,9	P16T	23,9 h	1,8	7,6	2,3	5,2	3,6	2,8	1,4

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (°C)

Anexo N- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de temperatura, em °C, no LC com papiro brasileiro para os diferentes pontos e horas de medição.

Datas da coleta								Pontos avaliados			Horário					
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
Pontos 1 a 4								P1T	26,9 a	2,7	9,9	Pontos 1 a 4				
Média	28,5	30,7	26,1	23,9	25,3	23,1	26,3	P2T	26,8 a	2,6	9,8	28,0	27,1	26,3	23,7	26,3
DP	0,5	0,1	1,1	0,7	1,4	0,9	0,7	P3T	25,8 bc	3,2	12,3	0,7	1,0	0,7	0,4	0,2
CV	1,8	0,4	4,1	2,8	5,5	3,8	2,6	P4T	25,6 bcd	3,2	12,6	2,4	3,6	2,7	1,9	0,8
Pontos 5 a 8								P5T	26,8 a	2,7	10,3	Pontos 5 a 8				
Média	26,7	30,3	26,3	24,2	24,3	22,1	25,6	P6T	26,1 ab	3	11,4	27,3	25,9	25,7	23,6	25,6
DP	1,3	0,3	1,8	1,1	1,2	0,4	1,0	P7T	25,1 cdef	3	11,9	0,7	1,1	1,2	1,0	0,2
CV	4,9	1,0	6,8	4,4	5,0	2,0	3,8	P8T	24,6 ef	2,9	11,6	2,4	4,3	4,6	4,1	0,9
Pontos 9 a 12								P9T	26,0 ab	2,8	10,6	Pontos 9 a 12				
Média	25,2	30,2	25,9	24,0	23,9	21,9	25,2	P10T	25,5 bcde	2,9	11,5	26,7	25,7	25,3	23,0	25,2
DP	0,1	0,2	1,9	0,8	1,2	0,6	0,7	P11T	24,6 def	3,1	12,7	0,5	0,8	0,8	0,7	0,1
CV	0,3	0,8	7,2	3,5	5,0	2,8	2,7	P12T	24,6 ef	2,8	11,4	2,1	3,0	3,2	3,1	0,5
Pontos 13 a 16								P13T	25,8 bc	2,3	8,9	Pontos 13 a 16				
Média	25,2	29,7	26,0	24,0	24,1	22,5	25,3	P14T	25,4bcdef	2,5	9,8	26,9	25,3	25,3	23,5	25,3
DP	0,3	0,4	1,3	0,4	0,8	0,8	0,5	P15T	25,3bcdef	2,7	10,8	0,8	0,3	1,0	0,4	0,3
CV	1,3	1,3	5,0	1,6	3,3	3,5	2,1	P16T	24,5 f	2,5	10,4	3,1	1,2	3,9	1,6	1,3

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (°C)

Anexo O- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de temperatura em °C no LC com Lírio do brejo para os diferentes pontos e horas de medição.

	Datas da coleta							Pontos avaliados				Horário				
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
	Pontos 1 a 4							P1T	27,0 ab	2,4	9	Pontos 1 a 4				
Média	28,3	30,3	24,1	24,0	26,4	24,4	26,2	P2T	27,0 ab	2,7	9,9	27,2	27,0	26,1	24,0	26,1
DP	1,0	1,2	0,6	0,7	2,4	1,9	1,0	P3T	25,9 bcdefg	3	11,7	1,7	1,6	1,3	1,3	0,2
CV	3,7	4,0	2,4	2,7	9,0	7,9	3,7	P4T	25,0 fg	3	12	6,4	5,8	5,1	5,5	0,8
	Pontos 5 a 8							P5T	26,9 ab	1,8	6,6	Pontos 5 a 8				
Média	27,2	30,0	24,4	24,0	26,3	24,2	26,0	P6T	26,3 abcde	2,1	7,9	27,0	27,0	25,8	23,6	25,8
DP	0,2	0,1	0,9	0,6	1,9	1,5	0,8	P7T	25,6 cdefg	2,6	10,3	0,6	1,3	0,6	0,6	0,3
CV	0,7	0,2	3,7	2,6	7,2	6,3	3,0	P8T	25,2 fg	2,9	11,3	2,3	4,7	2,4	2,7	1,2
	Pontos 9 a 12							P9T	26,7 abc	2,5	9,3	Pontos 9 a 12				
Média	26,1	29,9	24,7	23,6	25,9	24,2	25,7	P10T	26,1 bcdef	2,1	8	27,2	26,7	25,1	23,5	25,6
DP	0,1	0,4	0,6	0,7	1,8	1,5	0,8	P11T	25,2 efg	2,4	9,7	0,9	0,7	1,2	1,1	0,2
CV	0,5	1,2	2,2	3,1	6,9	6,4	3,2	P12T	24,9 g	2,5	10,1	3,3	2,7	4,9	4,6	0,8
	Pontos 13 a 16							P13T	27,3 a	2,1	7,8	Pontos 13 a 16				
Média	27,1	30,6	25,9	23,5	26,0	24,9	26,3	P14T	26,5 abcd	2,3	8,7	27,8	27,0	26,5	23,9	26,3
DP	0,8	0,2	1,3	0,7	1,9	1,7	0,8	P15T	26,1 bcdef	2,8	10,9	0,6	1,1	0,9	0,7	0,2
CV	3,0	0,7	5,2	2,9	7,3	6,8	3,0	P16T	25,4 defg	3	11,7	2,0	4,1	3,5	2,8	0,9

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (°C)

Anexo P- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de temperatura, em °C, no leite controle para os diferentes pontos e horas de medição.

Datas da coleta								Pontos avaliados			Horário					
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
Pontos 1 a 4								P1T	27,6 a	2,9	10,6	Pontos 1 a 4				
Média	28,4	31,8	28,0	23,9	26,3	24,1	27,1	P2T	27,7 a	3	10,7	28,7	27,0	27,9	24,7	27,1
DP	1,0	0,5	0,4	0,7	1,5	1,3	0,8	P3T	27,0 abc	3,1	11,4	0,6	1,3	0,8	0,9	0,3
CV	3,6	1,6	1,4	2,9	5,8	5,3	2,8	P4T	26,0 bcde	3,3	12,6	2,0	4,9	3,0	3,8	1,1
Pontos 5 a 8								P5T	27,8 a	2,2	8,1	Pontos 5 a 8				
Média	26,6	30,4	26,5	23,6	26,6	25,2	26,5	P6T	27,0 abc	2,1	8	27,3	26,3	27,8	24,5	26,5
DP	0,8	0,3	2,4	0,3	1,5	1,6	1,1	P7T	25,9 cde	2,5	9,7	1,0	1,0	1,8	0,9	0,4
CV	3,2	1,2	9,1	1,5	5,5	6,5	4,3	P8T	25,2 e	2,5	9,9	3,7	3,8	6,3	3,6	1,5
Pontos 9 a 12								P9T	27,3 ab	2	7,4	Pontos 9 a 12				
Média	27,0	28,4	25,4	23,5	26,8	24,9	26,0	P10T	26,2 bcde	1,5	5,9	26,6	26,4	26,6	24,4	26,0
DP	0,2	0,4	2,0	0,3	1,7	1,8	1,0	P11T	25,4 de	1,8	7,2	0,3	0,9	1,5	1,3	0,5
CV	0,9	1,6	7,8	1,4	6,4	7,0	7,4	P12T	25,1 e	2,3	9	1,2	3,4	5,7	5,4	2,0
Pontos 13 a 16								P13T	27,1 abc	2,3	8,6	Pontos 13 a 16				
Média	28,1	29,3	24,9	23,6	27,2	25,3	26,4	P14T	26,7 abcd	2,1	8	27,9	27,0	26,4	24,3	26,4
DP	0,5	0,6	0,8	0,2	1,8	1,7	0,6	P15T	26,0 bcde	2	7,8	0,1	0,6	1,1	0,7	0,4
CV	1,7	2,0	3,3	0,9	6,8	6,6	2,3	P16T	25,8 cde	2,8	10,9	0,5	2,1	4,0	2,8	1,4

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (°C)

Anexo Q- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de oxigênio dissolvido, em mg L⁻¹ O₂, no LC com taboa para os diferentes pontos e horas de medição.

Datas da coleta							Pontos avaliados			Horário					
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	20/4/16	Média		Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média
Pontos 1 a 4							P1T	80,6 ab	53,8	66,8	Pontos 1 a 4				
Média	28,1	30,9	127,8	129,2	70,0	77,2	P2T	74,6 abc	42,6	57,2	73,9	76,5	73,2	83,3	76,7
DP	2,8	3,7	7,7	14,0	11,2	2,6	P3T	75,7 abc	53	70	5,3	9,7	16,8	17,6	8,8
CV	10,0	12,0	6,0	10,8	16,0	3,4	P4T	77,9 abc	56,8	72,9	7,1	12,6	23,0	21,2	11,4
Pontos 5 a 8							P5T	77,2 abc	45,8	59,4	Pontos 5 a 8				
Média	28,1	30,9	127,8	129,2	70,0	77,2	P6T	72,8 bc	48,4	66,5	73,7	72,7	67,4	72,3	71,5
DP	2,8	3,7	7,7	14,0	11,2	2,6	P7T	70,3 bc	53,4	75,9	16,2	10,4	3,3	9,0	8,9
CV	10,0	12,0	6,0	10,8	16,0	3,4	P8T	69,1 c	50,1	72,5	22,0	14,3	4,9	12,4	12,4
Pontos 9 a 12							P9T	80,0 ab	47,5	59,3	Pontos 9 a 12				
Média	30,9	31,5	129,7	138,1	66,1	79,3	P10T	75,1 abc	47,1	62,7	73,4	78,6	84,9	77,7	78,6
DP	1,5	1,0	11,3	11,8	9,9	3,7	P11T	83,9 a	58,2	69,3	9,6	11,1	2,8	16,1	8,4
CV	4,8	3,1	8,7	8,6	15,0	4,7	P12T	78,1 abc	54,9	70,3	13,1	14,2	3,4	20,7	10,7
Pontos 13 a 16							P13T	79,2 abc	45,8	57,8	Pontos 13 a 16				
Média	30,0	32,2	121,8	135,5	75,3	78,9	P14T	80,3 ab	49,7	61,9	76,1	83,4	78,6	74,1	78,1
DP	3,3	1,9	8,8	9,1	2,2	1,6	P15T	79,6 abc	51,4	64,6	8,9	11,5	3,8	5,8	6,6
CV	11,0	6,0	7,2	6,7	2,9	2,1	P16T	76,6 abc	48,9	63,8	11,7	13,8	4,9	7,8	8,5

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (mg L⁻¹ O₂)

Anexo R- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de oxigênio dissolvido, em mg L⁻¹ O₂, no LC com papiro brasileiro para os diferentes pontos e horas de medição.

Datas da coleta							Pontos avaliados			Horário					
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
Pontos 1 a 4							P1T	80,8 a	50,3	62,3	Pontos 1 a 4				
Média	25,8	25,7	115,5	140,4	69,3	75,4	P2T	75,1 a	49,1	65,4	76,0	72,2	73,3	79,9	75,4
DP	1,6	2,4	10,8	6,4	24,8	5,0	P3T	68,7 a	54,3	79,1	1,1	4,8	9,8	6,5	5,0
CV	6,2	9,4	9,3	4,5	35,8	6,7	P4T	76,9 a	58,3	75,8	1,5	6,7	13,3	8,1	6,7
Pontos 5 a 8							P5T	74,9 a	49,8	66,4	Pontos 5 a 8				
Média	24,7	30,9	124,7	135,9	51,2	73,5	P6T	74,0 a	50,2	67,8	76,8	73,0	71,6	72,6	73,5
DP	0,6	5,5	7,0	7,6	13,3	1,3	P7T	71,8 a	58,4	81,3	5,4	6,5	2,2	5,5	1,3
CV	2,3	17,8	5,6	5,6	26,0	1,8	P8T	73,2 a	55,1	75,2	7,0	8,9	3,0	7,6	1,8
Pontos 9 a 12							P9T	76,8 a	49	63,9	Pontos 9 a 12				
Média	26,9	25,9	120,4	142,5	66,5	76,4	P10T	72,2 a	49,3	68,3	71,8	72,1	77,9	83,9	76,4
DP	1,9	1,6	11,7	8,8	13,2	2,9	P11T	78,6 a	58,8	74,8	7,4	3,7	2,9	6,2	2,9
CV	7,1	6,2	9,7	6,2	19,9	3,8	P12T	78,1 a	58,1	74,4	10,3	5,1	3,7	7,4	3,8
Pontos 13 a 16							P13T	79,4 a	49,5	62,3	Pontos 13 a 16				
Média	31,7	30,2	126,6	141,9	46,9	75,4	P14T	73,0 a	55,6	76,2	70,8	75,9	72,6	82,5	75,4
DP	2,1	0,5	4,2	6,3	23,3	2,9	P15T	73,6 a	60,6	82,3	4,7	3,8	8,6	5,3	2,9
CV	6,5	1,7	3,4	4,5	49,6	3,8	P16T	75,8 a	55	72,6	6,6	5,0	11,8	6,4	3,8

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (mg L⁻¹ O₂)

Anexo S- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de oxigênio dissolvido, em mg L⁻¹ O₂, no LC com Lírio do brejo para os diferentes pontos e horas de medição.

Datas da coleta							Pontos avaliados			Horário					
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	20/4/16	Média	Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média	
Pontos 1 a 4							P1T	86,8 a	53,8	62	Pontos 1 a 4				
Média	26,5	24,1	133,7	139,0	64,1	77,5	P2T	80,1 abc	58,7	73,3	76,8	75,1	76,9	86,8	78,9
DP	3,3	1,9	12,5	3,3	23,7	7,5	P3T	72,8 bc	55,9	76,7	12,4	13,4	12,6	3,5	9,9
CV	12,4	8,0	9,4	2,4	37,0	9,7	P4T	70,2 c	56,1	80	16,2	17,9	16,4	4,1	12,6
Pontos 5 a 8							P5T	75,7 abc	61,7	81,5	Pontos 5 a 8				
Média	24,9	24,5	134,7	136,8	58,6	75,9	P6T	84,4 ab	59,7	70,7	70,5	71,8	76,7	81,8	75,2
DP	1,6	3,9	14,7	1,6	22,1	6,0	P7T	71,1 bc	56,6	79,5	18,8	1,8	10,7	6,3	6,2
CV	6,5	15,9	10,9	1,2	37,6	7,9	P8T	72,4 bc	50,6	69,9	26,6	2,6	13,9	7,7	8,2
Pontos 9 a 12							P9T	80,5 abc	48,1	59,7	Pontos 9 a 12				
Média	24,9	24,5	134,7	136,8	58,6	75,9	P10T	77,1 abc	57,5	74,6	73,4	73,5	71,3	87,6	77,6
DP	1,6	3,9	14,7	1,6	22,1	6,0	P11T	70,5 c	56,2	79,7	10,3	9,6	10,3	29,9	11,4
CV	6,5	15,9	10,9	1,2	37,6	7,9	P12T	69,0 c	55,1	79,8	14,1	13,1	14,4	34,1	14,7
Pontos 13 a 16							P13T	79,6 abc	52,2	65,5	Pontos 13 a 16				
Média	24,9	24,5	134,7	136,8	58,6	75,9	P14T	80,6 abc	49,9	61,9	76,2	70,8	75,2	84,4	76,7
DP	1,6	3,9	14,7	1,6	22,1	6,0	P15T	75,3 abc	55,9	74,2	5,4	5,1	5,3	8,1	4,3
CV	6,5	15,9	10,9	1,2	37,6	7,9	P16T	71,2 bc	60,4	84,8	7,0	7,2	7,1	9,6	5,6

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (mg L⁻¹ O₂)

Anexo T- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de oxigênio dissolvido, em mg L⁻¹ O₂, no leito controle para os diferentes pontos e horas de medição

Datas da coleta							Pontos avaliados			Horário					
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	20/4/16	Média		Média	DP	CV	08:00	11:00	14:00	17:00	Média
Pontos 1 a 4							P1T	70,9 b	49	69,1	Pontos 1 a 4				
Média	23,1	20,8	109,3	135,7	68,5	71,5	P2T	71,5 b	48	67,1	31,3	24,6	22,4	72,0	37,6
DP	0,2	0,7	8,2	10,5	15,2	0,4	P3T	71,8 a	51,9	72,2	5,4	0,3	0,6	5,2	2,4
CV	0,8	3,5	7,5	7,7	22,2	0,5	P4T	71,6 b	58,2	81,3	17,3	1,1	2,6	7,2	6,5
Ponto 5 a 8							P5T	72,7 b	47,9	65,9	Pontos 5 a 8				
Média	24,9	22,7	117,2	138,8	58,6	72,4	P6T	69,0 b	49,8	72,2	26,8	25,3	22,3	69,7	36,0
DP	0,7	2,6	17,4	10,7	12,2	2,6	P7T	72,7 b	59,4	81,6	0,9	0,9	0,4	3,4	0,5
CV	2,7	11,6	14,9	7,7	20,9	3,6	P8T	75,4 b	58,7	77,9	3,2	3,7	1,6	4,8	1,5
Pontos 9 a 12							P9T	71,8 b	58	80,7	Pontos 9 a 12				
Média	24,1	23,2	124,4	145,0	61,0	75,5	P10T	71,4 b	50,8	71,2	28,5	24,0	21,6	67,1	35,3
DP	0,9	0,5	9,0	10,5	14,0	4,7	P11T	78,2 b	56,8	72,6	1,1	1,8	0,1	2,9	0,8
CV	3,8	2,3	7,3	7,2	23,0	6,2	P12T	80,7 b	62,1	76,9	3,9	7,4	0,3	4,4	2,3
Pontos 13 a 16							P13T	79,5 b	56,6	71,2	Pontos 13 a 16				
Média	24,7	23,2	127,0	144,5	52,5	74,4	P14T	76,7 b	57,9	75,5	31,6	23,3	21,2	68,2	36,1
DP	0,4	0,8	10,6	7,8	18,9	5,1	P15T	73,8 b	60,5	81,9	1,9	1,0	0,4	3,7	0,9
CV	1,7	3,4	8,4	5,4	36,1	6,9	P16T	67,5 b	57,9	85,8	6,2	4,1	1,7	5,4	2,6

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (mg L⁻¹ O₂)

Anexo U- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de alcalinidade, em mg L⁻¹ CaCO₃, no leite com taboa para os diferentes datas e pontos de medição.

	Datas da coleta						Média	Pontos avaliados			
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16		Média	DP	CV	
	Pontos 1 a 4							P1T	274,3 e	63	23
Média	290,5	350,0	405,3	272,5	290,0	242,0	308,4	P2T	291,8 e	59,5	20,4
DP	49,0	50,8	19,6	35,7	8,3	40,8	30,1	P3T	336,0 cd	59,8	17,8
CV	16,9	14,5	4,8	13,1	2,9	16,9	9,8	P4T	331,3 d	62,6	18,9
	Pontos 5 a 8							P5T	366,6 abc	54,2	14,8
Média	361,3	426,8	439,3	340,5	330,3	291,5	365,1	P6T	364,3 abcd	58,4	16
DP	12,8	10,9	12,4	1,0	16,3	18,5	1,1	P7T	365,0 abcd	54,1	14,8
CV	3,5	2,6	2,8	0,3	4,9	6,3	0,3	P8T	364,3 abcd	72	19,7
	Pontos 9 a 12							P9T	366,0 abc	82,2	22,5
Média	379,5	448,0	414,5	369,8	307,8	282,0	366,9	P10T	352,3 bcd	59,6	16,9
DP	36,3	22,9	41,1	28,7	20,2	23,5	15,4	P11T	361,0 abcd	52,9	14,6
CV	9,6	5,1	9,9	7,7	6,6	8,3	4,2	P12T	388,3 a	78,2	20,1
	Pontos 13 a 16							P13T	370,4 abc	112,8	30,4
Média	377,0	476,3	488,0	373,8	299,5	264,0	380,0	P14T	379,2 ab	87,6	23,1
DP	13,9	20,5	4,7	17,0	38,5	9,9	7,1	P15T	386,7 a	89,1	23
CV	3,7	4,3	1,0	4,6	12,8	3,8	1,9	P16T	383,7 ab	90,8	23,7

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (mg L⁻¹ CaCO₃)

Anexo V- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de alcalinidade em $\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$ no leite com papiro brasileiro para os diferentes datas e pontos de medição.

	Datas da coleta							Pontos avaliados			
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16	Média		Média	DP	CV
	Pontos 1 a 4							P1P	328,7 e	52	15,8
Média	330,3	353,0	389,3	308,5	307,5	246,0	322,4	P2P	276,0 f	37,8	13,7
DP	15,8	64,5	65,4	31,9	28,7	29,3	32,5	P3P	351,8 bcde	65,9	18,7
CV	4,8	18,3	16,8	10,4	9,3	11,9	10,1	P4P	333,2 de	62,7	18,8
	Pontos 5 a 8							P5P	360,0 abcde	64,3	17,9
Média	351,0	418,8	443,5	363,3	316,5	281,5	362,4	P6P	368,8 abcd	37,5	10,2
DP	32,2	39,8	29,9	8,6	30,2	27,0	8,2	P7P	351,8 bcde	78,6	22,3
CV	9,2	9,5	6,7	2,4	9,5	9,6	2,3	P8P	369,0 abcd	77,5	21
	Pontos 9 a 12							P9P	363,7 abcde	87,8	24,1
Média	348,0	392,5	457,3	382,3	313,0	273,5	361,1	P10P	373,8 abc	70,4	18,8
DP	21,2	51,9	14,3	20,4	16,1	15,9	11,9	P11P	345,2 cde	55	15,9
CV	6,1	13,2	3,1	5,3	5,2	5,8	3,3	P12P	361,7 abcde	55,2	15,3
	Pontos 13 a 16							P13P	384,5 ab	92,9	24,2
Média	326,5	428,5	496,0	402,5	331,0	281,0	377,6	P14P	392,3 a	74,4	19
DP	14,9	68,0	23,1	9,6	31,6	24,2	15,2	P15P	376,7 abc	88,7	23,6
CV	4,6	15,9	4,7	2,4	9,5	8,6	4,0	P16P	356,8 abcde	80,2	22,5

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão ($\text{mg L}^{-1} \text{CaCO}_3$)

Anexo W- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de alcalinidade, em mg L⁻¹ CaCO₃, no leite com Lírio do brejo para os diferentes datas e pontos de medição.

	Datas da coleta						Média	Pontos avaliados			
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16		Média	DP	CV	
	Pontos 1 a 4							P1L	281,7 e	83,9	29,8
Média	305,0	376,0	419,0	326,3	244,5	209,0	313,3	P2L	288,3 e	82,5	28,6
DP	34,9	36,4	38,2	51,5	28,3	28,5	32,8	P3L	341,8 d	89,7	26,2
CV	11,4	9,7	9,1	15,8	11,6	13,6	10,5	P4L	341,3 d	73,3	21,5
	Pontos 5 a 8							P5L	358,7 cd	80,6	22,5
Média	410,5	446,0	496,3	415,0	284,0	307,5	388,5	P6L	390,2 abc	63,5	16,3
DP	31,7	32,1	45,7	5,8	67,6	29,9	21,3	P7L	408,5 a	89	21,8
CV	7,7	7,2	9,2	1,4	23,8	9,7	5,5	P8L	396,7 ab	77,6	19,6
	Pontos 9 a 12							P9L	373,2 bcd	130,5	35
Média	428,8	488,5	495,5	405,0	308,8	268,0	399,1	P10L	400,2 ab	87,5	21,9
DP	21,7	21,4	27,3	8,2	77,6	4,9	18,1	P11L	410,5 a	95,7	23,3
CV	5,1	4,4	5,5	2,0	25,1	1,8	4,5	P12L	412,5 a	87	21,1
	Pontos 13 a 16							P13L	401,0 ab	98,7	24,6
Média	413,8	457,5	493,8	390,0	318,0	254,0	387,8	P14L	400,3 ab	84,2	21
DP	20,2	36,6	17,4	15,8	25,0	9,1	15,3	P15L	379,8 abc	92,4	24,3
CV	4,9	8,0	3,5	4,1	7,9	3,6	4,0	P16L	370,2 bcd	84,9	22,9

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (mg L⁻¹ CaCO₃)

Anexo X- Média, desvio padrão e coeficiente de variação de alcalinidade, em mg L⁻¹ CaCO₃, no leito controle para os diferentes datas e pontos de medição.

	Datas da coleta						Média	Pontos avaliados			
	1/9/15	16/9/15	5/11/15	16/11/15	4/4/16	20/4/16		Média	DP	CV	
Pontos 1 a 4								P1C	302,3 f	81,9	27,1
Média	354,5	399,3	404,8	313,0	268,0	232,0	328,6	P2C	323,0 ef	64,8	20,1
DP	11,6	26,9	23,6	71,9	21,6	12,8	20,6	P3C	349,5 cde	84,2	24,1
CV	3,3	6,7	5,8	23,0	8,1	5,5	6,3	P4C	339,5 def	67,6	19,9
Pontos 5 a 8								P5C	382,8 abc	71,8	18,8
Média	386,8	456,3	450,8	408,8	301,0	274,5	379,7	P6C	389,8 ab	73	18,7
DP	13,3	18,9	24,2	27,2	39,0	5,3	12,9	P7C	360,8 bcde	88,5	24,5
CV	3,4	4,1	5,4	6,7	12,9	1,9	3,4	P8C	385,2 abc	79,9	20,7
Pontos 9 a 12								P9C	393,5 ab	118,1	30
Média	396,3	520,0	467,0	425,0	292,0	257,0	392,9	P10C	396,7 ab	106,6	26,9
DP	22,6	30,3	24,8	20,8	13,0	18,7	7,3	P11C	382,5 abc	93,3	24,4
CV	5,7	5,8	5,3	4,9	4,4	7,3	1,8	P12C	398,8 ab	93	23,3
Pontos 13 a 16								P13C	376,7 abcd	131,7	35
Média	375,8	551,8	527,3	427,5	296,0	239,0	402,9	P14C	410,7 a	118,9	28,9
DP	17,7	26,6	30,3	3,8	44,4	26,5	17,5	P15C	413,0 a	126	30,5
CV	4,7	4,8	5,8	0,9	15,0	11,1	4,3	P16C	411,2 a	127	30,9

CV = Coeficiente de variação (%) e DP = desvio padrão (mg L⁻¹ CaCO₃)