

Produção de biomassa e decomposição de folhas de *Typha domingensis* Pers na Lagoa do Campelo, RJ

GISELLI MARTINS DE ALMEIDA FREESZ

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

CAMPOS DOS GOYTACAZES / RJ

JULHO – 2007

Produção de biomassa e decomposição de folhas de *Typha domingensis* Pers na Lagoa do Campelo, RJ

GISELLI MARTINS DE ALMEIDA FREESZ

Dissertação apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

ORIENTADORA: PROF^a.DR^a. MARINA SATIKA SUZUKI

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

CAMPOS DOS GOYTACAZES / RJ

JULHO – 2007

Produção de biomassa e decomposição de folhas de *Typha domingensis* Pers na Lagoa do Campelo, RJ

GISELLI MARTINS DE ALMEIDA FREESZ

Dissertação apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 31 de Julho de 2007.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Emmanoel Vieira da Silva Filho – UFF/ - Departamento de Geoquímica

Prof^a. Dr^a. Glauca Torres Aragon - UENF/CBB - Laboratório de Ciências Ambientais

Prof^a. Dr^a. Dora Maria Villela José - UENF/CBB - Laboratório de Ciências Ambientais

Prof^a. Dr^a. Marina Satika Suzuki - UENF/CBB - Laboratório de Ciências Ambientais -
Orientadora.

“Não devemos nos orgulhar de ser melhores do que os outros, e sim melhores do que já fomos.”

(James C. Hunter)

Agradecimentos

A minha orientadora Marina Satika Suzuki por aceitar orientar uma iniciante em limnologia, acreditar e apostar em mim e me direcionar e apoiar em todos os momentos desta pesquisa e da minha vida nesse período. Eu e Pedro somos muito gratos à você!

A todos os professores do LCA, que com eles tive oportunidade de maiores aprendizados e experiências e à Ilana em especial, pela amizade. Vocês todos continuarão como referência para mim!

A Professora Dora Maria Villela pela minuciosa e importante revisão deste trabalho.

A UENF pela concessão da bolsa de mestrado.

A PETROBRÁS e FAPERJ pelo fomento do projeto.

A todos os amigos de LCA que apenas pela convivência já ajudavam e incentivavam durante as disciplinas, análises de laboratório, e também na permanência em Campos. Valeu gente!

À minha cunhada Nélia Paula, pela grande amizade, cuidado, prestatividade e preocupação comigo, sempre me “socorrendo” em Campos!

Aos técnicos do laboratório: Marcelinho, Cristiano, Ana Paula e Alcemir pela ajuda e os muitos momentos de descontração e trabalho...

Ao mais que Técnico de Campo, Sr. Antônio, salvador dos “litter bags” e companheiro de “brejo”.e das viagens de Fusca. Sr. Antônio: Munição!!! ...Essa dissertação é nossa!

Ao meu grupo de trabalho e grandes amigos, Gustavo e Mateus, pela prestatividade, amizade e, sobretudo paciência... Gustavo em especial, valeu muito as dicas, as críticas construtivas, as parcerias e discussões nas idéias e trabalhos ... Nada que eu disser será suficiente para agradecer-lo!

A Gi, que parece até redundante agradecer pois nos tornamos verdadeiras irmãs e grandes amigas para toda a vida. As muitas conversas que eram verdadeiras terapias na distância de casa e no enfrentamento dos desafios me deram lições e aprendizado para toda a vida!

A Marcella, que eu e Gi adotamos depois e que foi o tempero especial para tornar perfeita a cumplicidade, a lealdade e o companheirismo na convivência e forte relação de amizade desenvolvida por nós três: as Superpoderosas!!

Aos meus pais, “Tutuca” e “Glorinha” que são meus alicerces, e meus irmãos, Dani e “Bá”, os pilares, que sempre me apoiaram, incentivaram e principalmente, acreditaram em mim **incondicionalmente**. Mesmo longe, a certeza de que vocês torciam pelo meu sucesso era minha principal motivação. Isso foi fundamental para que eu concluísse esse trabalho.

Ao Pedro pelo sorriso, pelos beijos babados e carinhos, pelas novidades diárias, pelo seu olhar, que manifesta o quanto sou importante ... Te amo muito filho!

Ao “Polito”, companheiro da minha vida, pelo apoio, carinho, cumplicidade, incentivo, críticas, pela amizade e lealdade, pelo Fusca, pelos nossos sonhos e conquistas, enfim, nossa vida... e agora pelo **Pedro, que é a RAZÃO MAIOR DO MEU SORRISO!!** Amo muito muito vocês!!

SUMÁRIO:

Resumo	IX
Abstrat	XI
Lista de Figuras	XII
Lista de Tabelas:	XIV
1- INTRODUÇÃO	1
2- HIPÓTESES DO TRABALHO	6
3- OBJETIVOS	7
3.1- Objetivo geral:	7
3.2- Objetivos específicos:	7
4- ÁREA DE ESTUDO	8
5- MATERIAL E MÉTODOS	11
5.1- Avaliação do incremento em biomassa das folhas de <i>Typha domingensis</i> na lagoa do Campelo	11
5.1.1 – Observações de campo	11
5.1.2- Tratamento do material recolhido	15
5.1.3 – Cálculo da Taxa de Crescimento	15
5.2 – Avaliação do processo de decomposição	16
5.2.1-O substrato	16
5.2.2 – Alocação do experimento	17
5.2.3- Tratamento do material recolhido	18
5.2.4 - Cálculo da Taxa de Decomposição e Meia Vida	19
5.3 - Determinações químicas	20
5.4 – Análises Estatísticas	21
6- RESULTADOS	23
6.1 – Produção de biomassa foliar de <i>Typha domingensis</i>	23
6.1.1- Altura e Peso seco das folhas - Período Seco(PeS) <i>versus</i> Período Inundado(PeI)	23
6.1.2- Nutrientes nas folhas nos dois períodos estudados (PeS e PeIn)	25
6.1.3- Concentração de polifenóis (PeS e PeIn).	27
6.2 – Decomposição foliar de <i>Typha domingensis</i>	28
6.2.1 – Perda de massa	28
6.2.2 - Concentração de Carbono, Nitrogênio, Relação C/N e Fósforo no detrito.	30
6.2.3 – Liberação e/ou acúmulo do Carbono, Nitrogênio e Fósforo (porcentagem remanescente)	32
6.2.4 – Concentração de polifenol.	34
7- DISCUSSÃO	35
7.1- Produção de biomassa foliar de <i>Typha domingensis</i> : período seco x inundado	35
7.1.1- Altura e Peso das folhas nos períodos seco e inundado	35
7.1.2- Concentração de nutrientes no tecido foliar: seco x inundado	36

7.2 - Decomposição foliar de <i>Typha domingensis</i>	38
7.2.1 - Taxa de decomposição	38
7.2.2 - Concentração inicial de nutrientes	41
7.2.3 - Liberação e/ou acúmulo de nutrientes	42
8- CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS	46
9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	48
10- APÊNDICES	56

Resumo

Nesse estudo foi avaliado o incremento em biomassa foliar da macrófita *Typha domingensis* sob dois regimes hidrológicos (período seco-PeS e inundado-PeI), assim como estimado a taxa de decomposição dessa macrófita em dois estágios fenológicos distintos (folha adulta-verde e senescente). O acompanhamento do incremento em biomassa foliar foi realizado através de folhas previamente marcadas, coletadas em intervalos pré-determinados para medições alométricas e determinações químicas. A decomposição foi avaliada pelo método de “litter-bags”, incubando-se à margem da lagoa do Campelo cerca de 10g de substrato foliar verde e seco em sacos distintos. A cada coleta, triplicatas de cada substrato foram amostradas e a taxa de decomposição calculada, segundo modelo exponencial simples (Olson 1963). Os resultados obtidos no estudo comparativo entre os períodos hidrológicos mostraram que no período inundado *T.domingensis* apresentou maior altura média das folhas (123,05 cm no PeI e 64,78cm no PeS) e maior incremento em biomassa (2,37g) se comparado ao período seco (1,07g). As concentrações de N e P na biomassa foliar foram, em média, inferiores no período inundado, enquanto que a concentração de C mostrou-se superior nesse mesmo período. Um “efeito diluidor” desses nutrientes com o aumento rápido da biomassa no período inundado foi sugerido. No experimento de decomposição foi verificado que folha verde (FV) perdeu mais massa ao longo do período do experimento de decomposição e conseqüentemente apresentou uma maior taxa de decomposição em comparação com folha seca (FS). O k (coeficiente de decomposição) para os dois substratos foi de 0,0078 g.dia⁻¹ (FV) e 0,0052 g.dia⁻¹ (FS) e a meia vida de 89 e 133 dias para FV e FS, respectivamente. Durante o processo de decomposição, o aumento de N foi mais efetivo em folha verde e o P mostrou-se mais adsorvido à folha seca. Folha verde apresentou maior concentração inicial de polifenóis. Embora compostos húmicos como polifenóis sejam considerados inibidores da ação de microorganismos, estes foram lixiviados num curto período de tempo durante o processo de decomposição, aparentando não influenciar a taxa de decomposição da biomassa em ambos os substratos. Os resultados do presente estudo sob enfoque na biomassa foliar de *T. domingensis* sugerem que esta é fortemente influenciada pelo regime hidrológico, mostrando um maior incremento nas cheias, porém a concentração de nutrientes necessariamente não acompanha esse padrão. Já no

experimento de decomposição, os resultados apontam para a influência da qualidade do “litter” no processo de decomposição, visto que FV tem seu decaimento mais rápido e acúmulo diferenciado de nutrientes a o longo do processo.

Abstrat

The evaluation of increment in leaf biomass of *Typha domingensis* through two water levels (dry period PeS and wet period Pel), as estimative of *Typha's* decomposition rate difference through two different age stages (senior and old) will be presented in this study. Biomass increment was performed taking previous identified leafs collected in specific time intervals for both allometric measurements and chemical determination. Decomposition was evaluated through litter-bags method, arranging an amount of 10g of green and dry leaf substrate in different bags. In each collect, triplicates of each substrate were taken and decomposition rate evaluated as per simple exponential model (Olson 1963). Results obtained trough comparative studies between two water levels showed for wet period greater values for *T.domingensis* average leaf height. (64,78cm in PeS and 123,05 in Pel) and greater increment in biomass amount (1,07g in PeS and 2,37g in Pel) in comparison with dry period.

Regarding leaf biomass in wet period was observed that N and P contents presented lower values and C concentration was greater. An nutrient diluted effect with a fast biomass increment in wet period was suggested. Was observed through decomposition experiment that green leafs (FV) lose more mass and due to that presented greater decomposition rate in comparison with dry leafs (FS). Decomposition coefficient k for both substrates was $0.0078 \text{ g.day}^{-1}$ (FV) and $0.0052 \text{ g.day}^{-1}$ (FS) and half life 89 and 133 days to FV and FS, respectively. During the decomposition process N increment was more effective in green leafs and P presented more adsorbed to dry leafs Green leafs showed more polyphenol contents initially. Although humic components as polyphenol are considered microorganism's action inhibitors, they were leached in a short period of time during decomposition process. It looks do not have influence in biomass decomposition rate to both substrates. Results presented in this study taking *T. domingensis* leaf biomass focus suggest that these plants are influenced by hydrologic period, showing greater increment in wet periods however nutrient concentration doesn't follow the same pattern. Decomposition experiment results point to litter quality influence as FV decreases faster and has differentiated nutrient accumulation through the process.

Lista de Figuras

Figura 01 - Localização nacional e estadual da Lagoa do Campelo. Fonte: Projeto Ecologia da Paisagem - UENF.....	09
Figura 02 – Valores médios mensais do período de estudo para radiação solar, temperatura, precipitação e umidade relativa da região da área de estudo. (Fonte SIMERJ/RJ)	10
Figura 03 – Fluxograma explicativo dos passos metodológicos para com o experimento de avaliação do incremento em biomassa.....	11
Figura 04 – Folhas de <i>Typha domingensis</i> marcadas com etiquetas plásticas no início da Etapa 1 – período sem presença de coluna d’água.	13
Figura 05 - Detalhe da marcação feita na base das folhas selecionadas.....	14
Figura 06 – Folhas de <i>Typha domingensis</i> marcadas com etiquetas plásticas no início da Etapa 2 – período com coluna d’água.....	14
Figura 07 – Vista da área de estudo no período da Etapa 2 – período inundado.....	15
Figura 08 – Folhas coletadas, enquanto ainda verdes (esquerda) e depois de apresentarem mais de 50% secas (direita).....	16
Figura 09 – Alocação do experimento próximo ao banco de <i>Typha</i> às margens da lagoa do Campelo. As bóias para auxílio na localização do experimento durante as coletas.....	17
Figura 10 – Sacos de decomposição de 20x25cm com 4mm ² de malha, com 10 g de substrato, alocados na lagoa do Campelo.....	18
Figura 11 - Material retirado do saco de decomposição após período de incubação na Lagoa do Campelo.....	19
Figura 12 - Altura média das folhas em relação ao nível da coluna d’água (em azul claro) nos dois períodos de amostragem: período seco e inundado. As barras representam os respectivos desvios entre as amostras (n=15).....	23
Figura 13 - Peso seco (PS) das folhas de <i>Typha domingensis</i> nos dois períodos estudados – seco (em verde) e inundado (em azul). As barras representam os desvios entre as amostras (n=15).....	24
Figura 14 – Variação temporal da concentração de C ^a , N ^b , P ^d e relação C:N molar ^c nas folhas de <i>Typha domingensis</i> ao longo dos dias de experimento nos períodos seco e inundado. Os valores foram obtidos através de análise de amostra composta das folhas. As barras transversais no gráfico de fósforo equivalem às triplicatas de análise de cada amostra.....	26
Figura 15 - Variação temporal da concentração de polifenóis nas folhas de <i>Typha domingensis</i> ao longo dos dias de experimento nos períodos seco e inundado. As barras referem-se aos desvios obtidos nas duplicatas de amostra mais duplicatas de análise (n=4).	27

Figura 16 – Percentual de material remanescente em peso seco de folhas de <i>Typha domingensis</i> confinadas em sacos de decomposição na Lagoa do Campelo no período de novembro de 2004 à agosto de 2005. Os valores médios de triplicatas dos sacos (n=3) e as barras transversais equivalem ao desvio padrão.....	28
Figura 17 - Regressão linear simples (acima) e exponencial simples (abaixo) entre os dias de coleta e o percentual de material remanescente de folhas de <i>Typha domingensis</i> , para verificar o melhor ajuste para obtenção do k(taxa de decomposição).....	29
Figura 18 - Variação temporal da concentração de C ^(a) , N ^(b) , P ^(d) e relação C:N ^(c) nas folhas de <i>Typha domingensis</i> ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde e 250 dias para folha seca. Os valores referem-se às médias das triplicadas amostrais (n=3) coletadas para cada substrato (folha verde e seca) entre os dias 24/11/2004 e 05/08/2005. As barras transversais equivalem ao desvio padrão das triplicatas.....	31
Figura 19 - Percentual remanescente de C ^(a) , N ^(b) e P ^(c) em folhas de <i>Typha domingensis</i> ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde e 250 dias para folha seca. Os valores referem-se às médias das triplicadas (n=3) coletadas para cada substrato (folha verde e seca) entre os dias 24/11/2004 e 05/08/2005. As barras transversais equivalem ao desvio padrão das triplicatas.....	33
Figura 20 - Variação temporal da concentração de polifenol nas folhas de <i>Typha domingensis</i> ao longo de 124 dias de experimento. Os valores referem-se às médias das duplicatas de amostras coletadas para cada substrato (folha verde e seca), mais duplicatas de análise (n=4). As barras transversais equivalem ao desvio padrão.....	34
Figura 21 – Porcentagem de massa remanescente em cada coleta para os dois substratos (FV e FS). As barras equivalem aos desvios obtidos entre os valores das triplicatas de cada substrato.....	40
Figura 22 – Regressão entre a concentração de C, N, P e polifenol e o percentual de massa remanescente dos sacos de decomposição para cada substrato (FV e FS). Diferenças significativas (nível de significância de 0,05) estão assinaladas com *	45

Lista de Tabelas:

- Tabela 01** – Síntese com procedimentos e métodos para análises químicas dos substratos, nos experimentos de produção e decomposição.....21
- Tabela 02** – Taxa de decomposição (k) e meia vida das folhas de *Typha domingensis* estimada através de regressão exponencial simples para os dias de experimento de decomposição (153 dias-folha verde e 250 dias-folha seca). Coeficiente de correlação (r^2) para as duas categorias de substrato – folha verde e folha seca.....29
- Tabela 03:** Referências de estudos com decomposição de macrófitas (emersas, flutuantes e submersas) com as respectivas taxas de decomposição e meia vida, obtidas segundo equação exponencial simples (Olson, 1963).....40

Apêndices:

- Tabela 04:** Valores do comprimento foliar (cm) obtidos nas 15 réplicas coletadas ao longo do período seco. Média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada dia de amostragem encontram-se abaixo na tabela.....56
- Tabela 05:** Valores do comprimento foliar (cm) obtidos nas 15 réplicas coletadas ao longo do período inundado. Média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada dia de amostragem encontram-se abaixo na tabela.....56
- Tabela 06:** Valores da biomassa foliar (gramas), obtidos nas 15 réplicas coletadas ao longo do período seco. Média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada dia de amostragem encontram-se abaixo na tabela.....57
- Tabela 07:** Valores da biomassa foliar (gramas), obtidos nas 15 réplicas coletadas ao longo do período inundado. Média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada dia de amostragem encontram-se abaixo na tabela.....57
- Tabela 08:** Valores médios da concentração dos nutrientes nas folhas coletadas durante o período seco (Pes) e inundado (PeI).....58
- Tabela 09:** Variação temporal do percentual de massa remanescente nas folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS). Os valores referem-se às médias das triplicadas (n=3) coletadas entre os dias 24/11/2004 e 05/08/2005 para cada substrato (folha verde e seca) e respectivos desvios.59
- Tabela 10:** Variação temporal da concentração de carbono (C), Nitrogênio (N) e razão C:N nas folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS). Os valores referem-se às médias das triplicadas (n=3) coletadas entre os dias 24/11/2004 e 05/08/2005 para cada substrato (folha verde e seca) e respectivos desvios.60
- Tabela 11:** Variação temporal da concentração de Fósforo (P) nas folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS). Os valores referem-se às médias das triplicadas de amostras (n=3) coletadas entre os dias 24/11/2004 e 05/08/2005 para cada substrato (folha verde e seca) e respectivos desvios.61

Tabela 12: Variação temporal na concentração de polifenóis nas folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS).....62

Tabela 13: Variação temporal no percentual remanescente de carbono (C) e nitrogênio (N) ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS). Os valores referem-se às médias das triplicadas (n=3) coletadas para cada substrato e respectivos desvios.63

Tabela 14: Variação temporal do percentual remanescente de fósforo (P) no detrito das folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS). Os valores referem-se às médias das triplicadas de amostras (n=3) para cada substrato (folha verde e seca) e respectivos desvios padrão.64

1- INTRODUÇÃO

As macrófitas aquáticas e os fatores que influenciam sua biomassa

As macrófitas aquáticas vêm ganhando cada vez mais espaço dentre as pesquisas desenvolvidas no ambiente aquático devido ao importante papel desempenhado por esses vegetais em toda dinâmica do ecossistema em que se encontram (Esteves, 1998; Raven, 1994). Segundo Wetzel (1990), a ênfase sobre a importância ecológica das macrófitas ocorreu quando se reconheceu que a maioria dos ecossistemas aquáticos continentais do planeta são rasos e apresentam extensas áreas litorâneas, propícias ao desenvolvimento desses vegetais. Com a intensificação dos estudos sobre macrófitas aquáticas sua importância para o ambiente aquático começou a ser reconhecida e amplamente discutida (Brum, 2001), mesmo não formando propriamente um grupo taxonômico (Rascio, 2000)

Muitos são os papéis desempenhados por macrófitas em áreas alagadas e corpos d'água. Esteves e Camargo (1986) enfatizam o papel das macrófitas aquáticas, principalmente as enraizadas no sedimento, como bombeadoras de nutrientes para a coluna d'água. A atuação desses vegetais como reservatório de nutrientes em corpos d'água foi sugerido por Howard-Williams e Junk já em 1977. Grande parte da carga de nutrientes que entra nos ecossistemas lacustres, bem como sua reciclagem, é controlada pelo metabolismo das áreas alagadas, das macrófitas aquáticas e sua microfauna associada (Esteves, 1998).

Estudos, especialmente realizados em regiões tropicais, têm evidenciado que as macrófitas aquáticas constituem um importante grupo trófico, sendo muitas vezes as principais produtoras de matéria orgânica, de forma a influenciar significativamente o metabolismo do ecossistema aquático (Menezes, 1984; Nogueira, 1989; Furtado, 1994; Santos, 1999; Thomaz, *et al* 2003). Dentre os processos metabólicos, produção e decomposição são considerados os principais mecanismos responsáveis pela ciclagem de nutrientes (Esteves, 1998). Em lagoas e regiões alagadas, as macrófitas estão ativamente envolvidas nesses processos.

A produção de biomassa vegetal é um processo relevante relacionado ao funcionamento dos sistemas ecológicos (Melo e Suzuki, 1998). Em relação à produção de matéria orgânica, as macrófitas apresentam valores relativamente

elevados. Por exemplo, segundo Wetzel (1993) as macrófitas podem ser consideradas tão produtivas quanto as comunidades vegetais terrestres e até superá-las, caso estejam sob condições férteis e em uma estação de crescimento contínua.

Muitos são os fatores que influenciam o desenvolvimento das macrófitas, e alguns podem ser mais relevantes que outros, dependendo do tipo ecológico estudado (emersas, flutuantes e submersas), como estrutura, textura e inclinação do substrato (sedimento) para as macrófitas aquáticas enraizadas, intensidade de radiação solar e nutrientes na coluna d'água para as macrófitas submersas, flutuantes e emergentes, e ainda os fatores biológicos como herbivoria e competição.

Tratando-se especificamente da espécie *Typha domingensis*, Lorenzen (2001) relata a superioridade desta macrófita na absorção de nutrientes como Nitrogênio (N) e Fosfato (P) (Miao, *et al*, 2000) da coluna d'água mostrando-se melhor competitivamente em ambientes eutrofizados. Autores como Davis (1991), Newman *et al* (1998) e Deegan (2007) incluem o regime hidrológico como fator que influencia na abundância de *T.domingensis*. Esses autores mostram as diferenças nas respostas fisiológicas da planta em função no nível da água e do tempo de alagamento em que a planta está submetida.

Variações no nível de água são comuns em alagados e lagoas e essas variações podem ocorrer em diferentes escalas temporais. O regime hidrológico no qual está submetido o corpo d'água irá influenciar fortemente a sua própria dinâmica assim como da comunidade vegetal envolvida. São encontrados trabalhos recentes que relacionam produtividade de macrófitas com diferentes regimes hidrológicos (Coops, 1996, Mauchamp, 2001, Santos, 2002 e 2004, Deegan *et al*, 2007), porém, poucos relacionam a variação na concentração de nutrientes na biomassa da macrófita com o nível d'água em que a planta está submetida. Recentemente, um trabalho em destaque que relaciona dinâmica de nutrientes no metabolismo de macrófita sob diferentes flutuações no nível de água foi de Enrich-Prast (2005). Este autor verificou que o aumento da biomassa da macrófita ocorreu em função do aumento do nível d'água, porém, a concentração de nutrientes como N e P reduziram com a elevação do nível da água.

O Processo de Decomposição em macrófitas aquáticas

O papel das macrófitas aquáticas como acumuladoras de nutrientes, principalmente N e P, é destacado por Brock *et al.*(1983), ressaltando a habilidade desses vegetais em acelerar os processos de ciclagem. Esteves (1998) relata inclusive sobre o consumo de luxúria desses vegetais, que absorvem nutrientes em quantidades superiores às necessidades fisiológicas. Tal processo é importante na atuação de macrófitas na despoluição de corpos d' água (Mitsch e Gosselink, 2000; Sheffer, 2001).

As plantas aquáticas apresentam um ciclo de vida relativamente rápido e suas taxas de crescimento variam de acordo com as condições climáticas, concentração de nutrientes, espaço livre entre as plantas e condições de mistura e turbulência (Bianchini Jr, 2003). Quanto à decomposição, os principais fatores que determinam a velocidade desse processo são a temperatura da água, a concentração de nutrientes na água e a composição química inicial do detrito (Kaushik e Hynes, 1971).

Estudos enfocando a decomposição são particularmente aplicados aos detritos de macrófitas pela grande contribuição desse grupo de vegetais para o estoque de matéria orgânica na maioria dos ecossistemas aquáticos, especialmente os mais rasos (Esteves, 1998). Estes estudos são essenciais devido à importância da decomposição em processos como ciclagem de nutrientes, transformação da matéria orgânica, colmatagem dos ecossistemas aquáticos e influência na qualidade da água (Tomaz *et al.*, 2003).

Em ecossistemas tropicais, especificamente em lagoas costeiras onde se observam elevadas temperaturas e disponibilidade de nutrientes, o grande potencial de crescimento desses vegetais e a velocidade de decomposição nesse meio indicam a importância das macrófitas como fonte de detritos e conseqüentemente, fonte de nutrientes. Essa elevada velocidade de decomposição do detrito das macrófitas em regiões tropicais promove também liberação mais intensa de íons para a coluna d'água, enriquecendo o meio aquático.

A decomposição é um processo amplamente investigado em ecossistemas aquáticos (Pagioro e Thomaz, 1998, Battle, 2000; Brum, 2001; Titus e Pagano, 2002; Thomaz *et al.*, 2003; Fonseca, 2006, entre outros). Porém, nenhum desses

autores supracitados abordou esse processo sob um enfoque comparativo com o estágio fenológico da planta, como descreve este trabalho. O estágio fenológico do vegetal está diretamente relacionado ao papel que este irá desempenhar no ambiente, pois em função da fase em que se encontra haverá predomínio dos processos de liberação ou absorção de nutrientes (Esteves, 1998).

Comumente as folhas em senescência é que passam pelo processo natural de decomposição num ambiente lagunar. Porém, na lagoa do Campelo os pescadores cortam com frequência os bancos de *T.domingensis* da margem para abrir passagem para barcos de pesca e com isso, folhas verdes tem sua decomposição antecipada por um procedimento antrópico. Manejo de *T.domingensis* através do corte de bancos da espécie em alagados próximos a regiões muito habitadas também é comum (Teixeira, 1993). As folhas cortadas muitas vezes são deixadas à margem do corpo d'água e ali se decompõem. Estudar a decomposição das folhas de *Typha* enquanto adultas pode se tornar uma informação importante no planejamento de procedimentos como os citados acima.

A espécie em questão - *Typha domingensis* Pers

Typha domingensis é uma espécie perene, rizomatosa, que forma densos bancos monoespecíficos em muitos ecossistemas aquáticos continentais do Brasil (Hoene, 1948), onde é conhecida vulgarmente como “taboa”. A ordem Typhales é monotípica contendo um único gênero, *Typha*, que tem distribuição cosmopolita (Joly, 1998), encontrada tanto no hemisfério norte quanto no sul.

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de prover informações sobre a biologia de *Typha* e assim se obter dados que ajudem a definir um manejo adequado da espécie. Dentre os papéis desempenhados por indivíduos deste gênero destaca-se o de absorver substâncias tóxicas e promover a purificação de águas residuais (Mitsch & Gosselink, 2000; Shutes, 2001), mostrando-se eficiente inclusive em alagados construídos de pequeno porte (Lannes, 2005). Estudos experimentais também têm revelado que a taboa tem alta capacidade para absorção de P (Lorenzen *et al*, 2001) e exibe adaptações típicas para ambientes enriquecidos nutricionalmente (Stefan *et al*, 2004) e assim são competitivamente mais eficiente em ambientes eutrofizados. Além das questões acima citadas, a macrófita em

questão serve como forrageio animal e tem papel significativo como matéria prima para o artesanato da região norte fluminense e demais regiões do Brasil e do mundo na confecção de esteiras, cestos, entre outros utensílios para ornamento, contribuindo como fonte de renda.

Além dos aspectos positivos não se pode negligenciar os danos causados por plantas do gênero *Typha*, em especial *Typha domingensis* na região norte fluminense. A planta é invasora dos brejos e de lagoas (Hoene, 1948) e sob condições favoráveis ao seu desenvolvimento, consegue dominar tais áreas e convertê-las em tabuais, acelerando o processo de colmatação.

Pesquisas recentes desenvolvidas em lagoas do norte fluminense têm demonstrado a importância das macrófitas aquáticas, dando uma atenção especial à espécie de macrófita emersa *Typha domingensis*. Thomaz (1995) investigou a comunidade bacteriana associada ao detrito da espécie vegetal em questão. Sua importância como reservatório de nutrientes e energia foi discutida por Furtado (1996); Lopes-Ferreira (1995, 1998) investigou a influência de *Typha domingensis* na mitigação da poluição orgânica principalmente por esgoto doméstico; Palma-Silva (1998 e 1999) relacionou crescimento e produção da planta com o nível de água e encontrou grande mortalidade de rametes de *T.domingensis* com a diminuição drástica do nível d'água ocasionado pela abertura da barra da lagoa. Todos os trabalhos acima citados foram desenvolvidos na Lagoa costeira de Imboassica – Macaé/RJ. Esteves (2006) estudou a variação da biomassa, produtividade e teor nutricional de *Typha domingensis* na lagoa do Campelo, local do presente estudo.

Diante dos aspectos mencionados, esta pesquisa procurará aprofundar-se no conhecimento da biologia da planta em questão contribuindo como fonte de dados para definição de um manejo adequado e conseqüente conservação de corpos d'água e alagados na região norte fluminense onde *Typha domingensis* é comumente dominante.

2- HIPÓTESES DO TRABALHO

O presente estudo visa testar as duas hipóteses descritas abaixo:

Hipótese 1 – Produção de biomassa foliar em dois regimes hidrológicos (seco e inundado).

Hipótese nula: Não há variação na produção de biomassa foliar e no crescimento em altura (cm) de *Typha domingensis* e nem na concentração de C, N, P e polifenóis em função do regime de água;

Hipótese alternativa: Tanto a produção de biomassa foliar e crescimento das folhas quanto a concentração em nutrientes variam em função dos diferentes regimes de inundação.

Hipótese 2 – Decomposição foliar de *Typha domingensis* em folhas Verde e Seca

Hipótese nula: Folhas Verdes e Secas de *T. domingensis* não apresentam diferenças na taxa de decomposição, ou na concentração e liberação de C, N, P e polifenóis durante o processo de decomposição.

Hipótese alternativa: Há diferença na taxa de decomposição e na liberação de C, N, P e polifenóis em função do estágio fenológico da folha de *T. domingensis*.

3- OBJETIVOS

3.1- Objetivo geral:

- Avaliar o incremento em biomassa foliar da macrófita aquática emersa *Typha domingensis* sob dois regimes hidrológicos (seco e inundado), acompanhando a variação da composição nutricional das folhas da planta nesses dois períodos.
- Avaliar a taxa de decomposição assim como as perdas de nutrientes das folhas de *Typha domingensis* adultas e senescentes a fim de prover informações importantes que possam auxiliar em possíveis propostas de manejo desta espécie no ambiente.

3.2- Objetivos específicos:

1. Quantificar a biomassa foliar e o crescimento em cm de *Typha domingensis* na Lagoa do Campelo em intervalos pré-determinados, dentro de duas situações distintas de inundação;
2. Determinar a concentração de nutrientes nas folhas de *Typha domingensis* nos períodos seco e inundado;
3. Caracterizar os padrões de decomposição e mineralização de C, N, P e polifenóis das folhas de *Typha domingensis*;
4. Estimar e comparar as taxas de decomposição de folhas secas e folhas adultas (verdes) da espécie em questão.
5. Quantificar a concentração inicial e a remanescente de nutrientes (C, N, P) e polifenóis nas folhas em decomposição.

4- ÁREA DE ESTUDO

A lagoa do Campelo está localizada ao norte do rio Paraíba do Sul (Figura 1), entre os municípios de Campos dos Goytacazes e São Francisco do Itabapoana. Representa uma das três maiores lagoas da região, possuindo uma área superficial de aproximadamente 10 km² (SEMADS, 2002) e apresenta profundidade média que varia sazonalmente com o ciclo hidrológico, entre 1,0 a 2,0 metros (Chagas, 2005). Apresenta um extravasor em sua porção norte, o Canal Antônio Rezende, e é alimentada especialmente pelos Canais do Vigário e do Cataia, que ligam a lagoa ao rio Paraíba do Sul.

Devido ao fato da origem da lagoa do Campelo estar relacionada à formação do delta do rio Paraíba do Sul, localizada sobre terreno quaternário (Lamego, 1945) esta lagoa é considerada costeira (Esteves, 1998). Suas margens são densamente colonizadas por macrófitas aquáticas emersas do gênero *Typha* e o sedimento apresenta-se coberto em quase toda sua extensão por bancos de macrófitas submersas flutuantes fixas e livres, sendo dominante o gênero *Egeria* (Chagas, 2005).

Paralelo à lagoa, há uma grande extensão alagada devido à uma declividade no terreno. Durante o período em que as chuvas se intensificam na região, a coluna d'água dessa área chega a atingir 80cm de altura. No período em que as chuvas são mais escassas, o nível d'água reduz, chegando a esgotar completamente toda a água nos anos mais secos. Tal área encontra-se tomada por um longo banco de *Typha domingensis*, que mesmo quando o local encontra-se seco, tem se perpetuado.

A lagoa do Campelo situa-se próximo à área urbana da cidade de Campos dos Goytacazes, distando 22 Km do centro da cidade e sofre influência antrópica chegando a receber rejeitos domésticos sem tratamento da comunidade ribeirinha e assentamento agrícola. Tal comunidade é formada em sua maioria por pescadores que usufruem do pescado da lagoa para própria subsistência e também para venda no comércio de Campos.

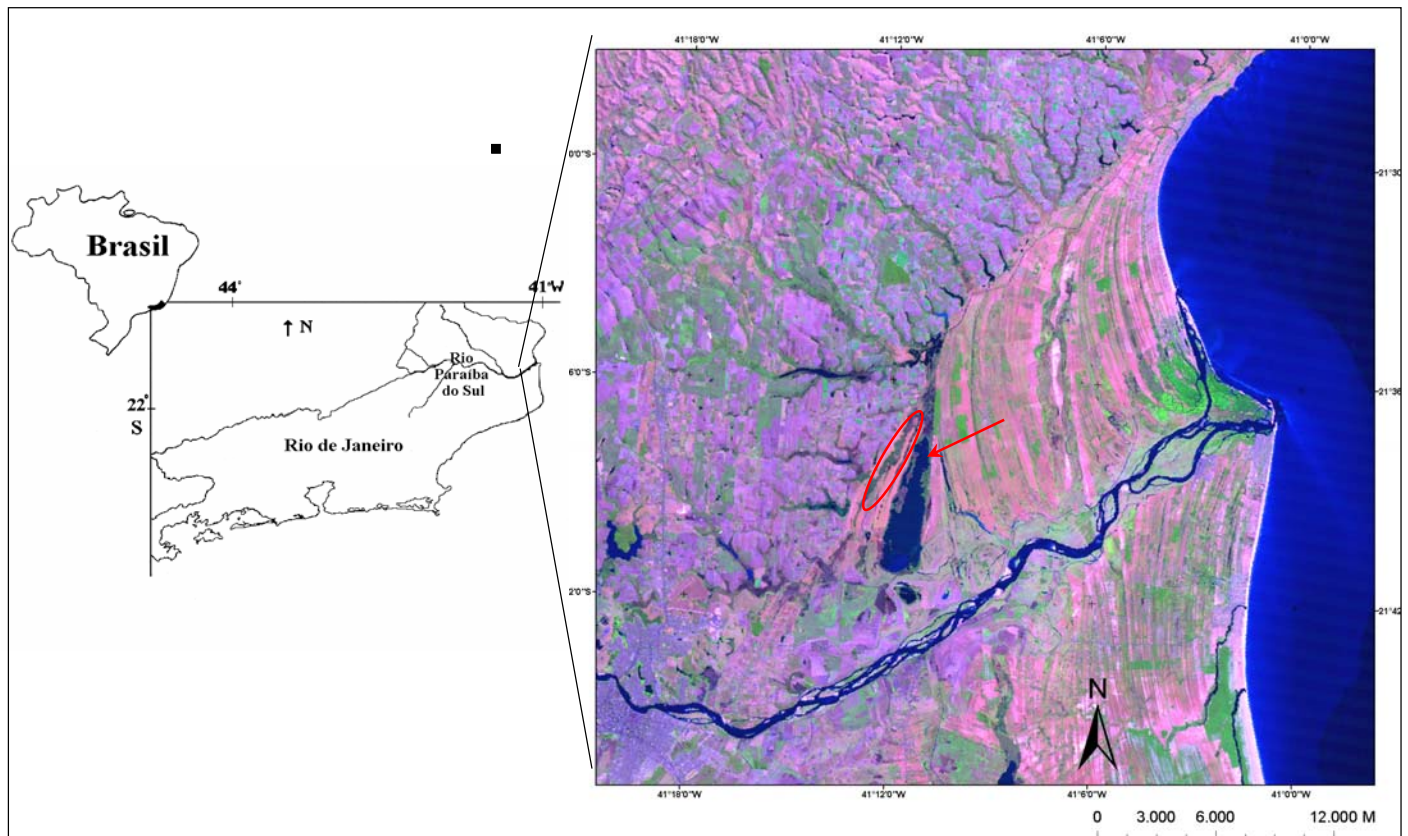


Figura 01 - Localização nacional e estadual da Lagoa do Campelo. Fonte: Projeto Ecologia da Paisagem - UENF. Setas indica a lagoa e área delimitada é o local alagado, paralelo à lagoa.

O clima da região é classificado como tropical sub-úmido (FIDERJ, 1978) com período de chuvas de novembro à janeiro, quando comumente a lagoa tem seu nível de água elevado e ocorrem as cheias das áreas adjacentes. Entre os meses de maio à agosto caracteriza-se o período seco devido a diminuição da pluviosidade.

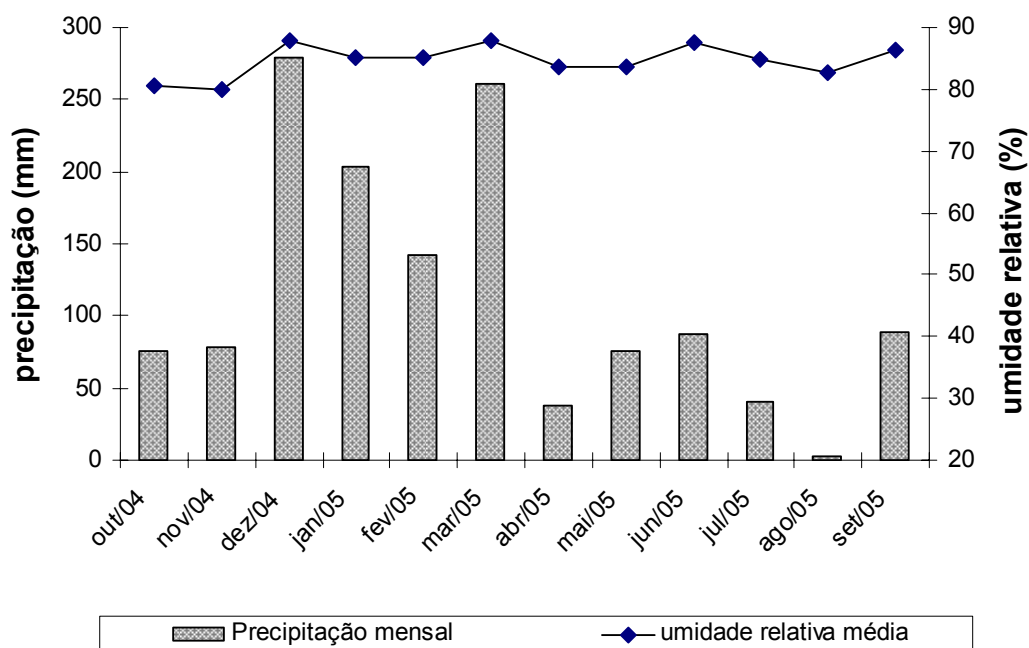
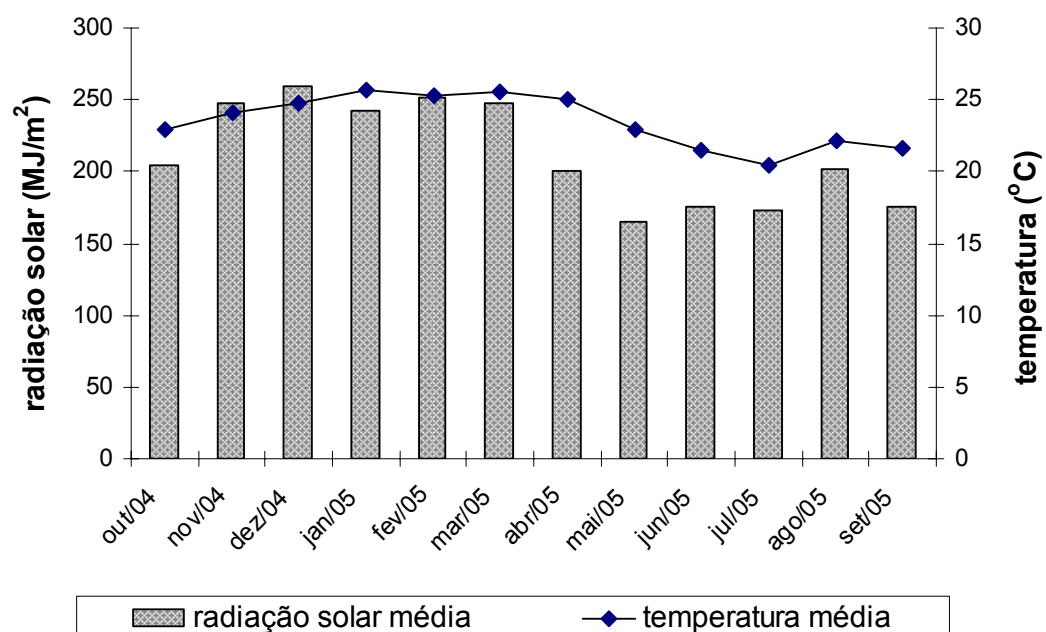


Figura 02 – Valores médios mensais do período de estudo para radiação solar, temperatura, precipitação e umidade relativa da região da área de estudo. (Fonte SIMERJ/RJ)

5- MATERIAL E MÉTODOS

5.1- Avaliação do incremento em biomassa das folhas de *Typha domingensis* na lagoa do Campelo

5.1.1 – Observações de campo

Para o presente estudo foi selecionada uma porção do banco de *Typha domingensis* de 300m², localizado num alagado paralelo à lagoa do Campelo (Figuras 01 e 07), que recebe água tanto de chuva e lençol freático como da própria lagoa. O local foi todo cercado para evitar interferência do gado (forrageio). Este banco foi escolhido pela possibilidade de acesso facilitado e por não haver movimentações do banco (migrações em função da ação dos ventos), comum na área da lagoa, o que impossibilitaria um acompanhamento contínuo.

A porção cercada do banco de *Typha* teve as folhas de todos os indivíduos podadas, deixando os rametes com uma altura de aproximadamente 15cm. O objetivo deste procedimento foi acelerar a emissão de rametes para o acompanhamento do crescimento, além de uniformizar todos os tamanhos foliares iniciais.

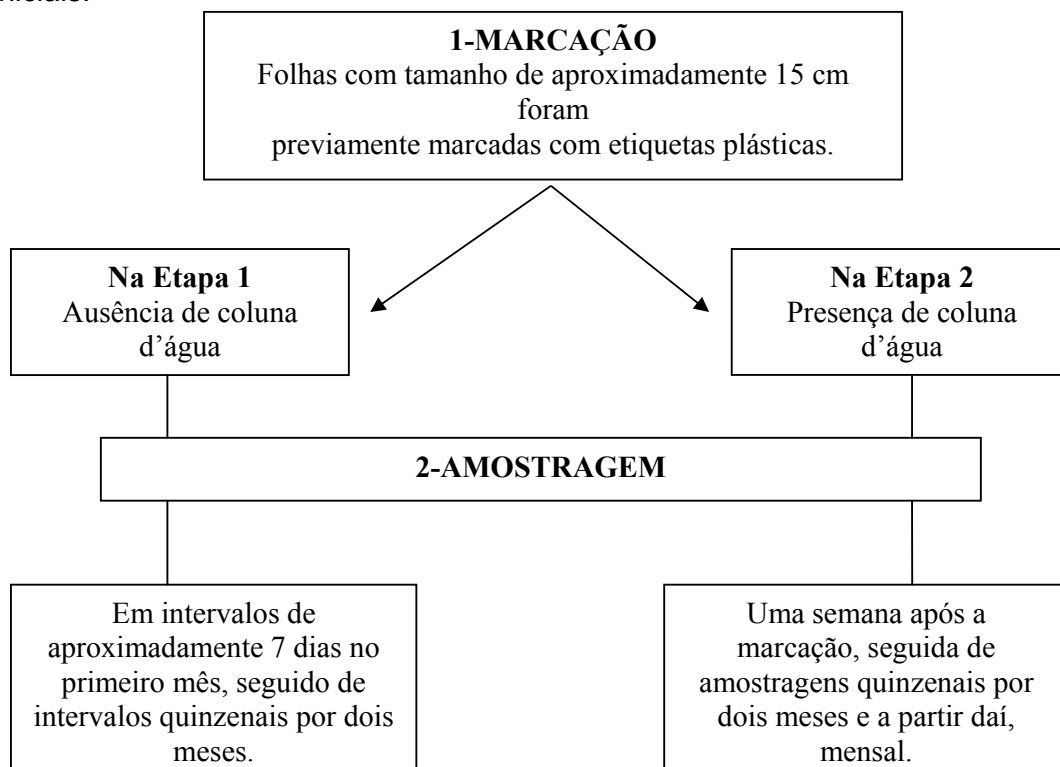


Figura 03 – Fluxograma explicativo dos passos metodológicos para com o experimento de avaliação do incremento em biomassa

O acompanhamento do crescimento das folhas foi dividido em duas etapas: a) um período seco, correspondente às amostras de outubro de 2004 a janeiro de 2005, quando não se observava coluna d'água na área de amostragem e; b) um período inundado, correspondente às amostras entre janeiro a abril de 2005, quando o banco apresentava uma coluna d'água de 72 cm em média para todo o período.

O procedimento inicial de marcação das folhas se deu no início do mês de outubro de 2004, época em que a temperatura começa apresentar-se mais elevada na região. Um total de 400 folhas jovens recém emitidas, com comprimento de aproximadamente 15 cm medidos a partir do final da região de rizoma foram marcadas (Figura 04) utilizando fita de material plástico resistente (Figura 04). Destas, 150 puderam ser avaliadas até o final do mês de janeiro de 2005, correspondendo ao crescimento de folhas em período seco. As restantes não puderam ser avaliadas pois a área de experimento foi invadida e muitas folhas marcadas foram perdidas. Entretanto, é importante frisar que o período seco foi bem avaliado, pois ao final deste período experimental, a maior parte das folhas marcadas já apresentavam sinais de senescência foliar, com mais de 50% de sua área amareladas ou secas, parâmetro também adotado por Furtado (1994).

Em janeiro de 2005, quando a coluna d'água era de 65 cm, 270 folhas foram marcadas (Figura 06) possibilitando o acompanhamento do crescimento sob influência da inundação, constituindo uma segunda etapa. Destas, 105 puderam ser avaliadas até o final do mês de abril de 2005, correspondendo ao crescimento de folhas em período inundado.

Para marcação, utilizou-se um material plástico bem fino introduzido na folha através de minúsculo furo, utilizando pistola de etiquetagem empregada em confecção (Figura 05). Como etiqueta, pequenos pedaços de plástico coloridos foram aplicados, para que a marcação ficasse mais visível no momento da coleta. Palma-Silva (1999) relata a utilização de etiquetas plásticas com pequena perfuração das folhas no momento de marcação.

Na primeira etapa (período seco), a cada amostragem foram escolhidas aleatoriamente 15 folhas previamente marcadas para realização de medições alométricas (comprimento, peso fresco e peso seco) e análises químicas. Durante a coleta as folhas eram cortadas a partir da região final do rizoma, mesmo parâmetro utilizado para se determinar a altura, na fase de marcação. No primeiro mês de acompanhamento, as coletas das folhas foram realizadas semanalmente; no

segundo e terceiro mês, quinzenalmente. Palma-Silva (1999) também trabalhou com 15 rametes marcados em estudo com método não destrutivo para comparação do crescimento entre áreas natural e impactada antropicamente.

Na segunda etapa também foram escolhidas aleatoriamente 15 folhas, porém o intervalo de amostragem diferiu em função da dificuldade de acesso ao alagado. A amostragem adotada nessa etapa foi de 7 dias após a marcação e após, quinzenal nos primeiros 2 meses, passando a mensal até o período em que as folhas se encontravam senescentes, com mais de 50% do total da folha seca (Figura 08).

No dia da marcação em cada período (seco e inundado), 15 folhas foram retiradas para análises iniciais de altura, peso seco e nutrientes (T0). O procedimento metodológico utilizado no estudo para acompanhamento da biomassa de *T.domingensis* está sumarizado na Figura 2.



Figura 04 – Folhas de *Typha domingensis* marcadas com etiquetas plásticas no início da Etapa 1 – período sem presença de coluna d'água.



Figura 05 - Detalhe da marcação efetuada na base das folhas selecionadas.



Figura 06 – Folhas de *Typha domingensis* marcadas com etiquetas plásticas no início da Etapa 2 – período com coluna d'água.

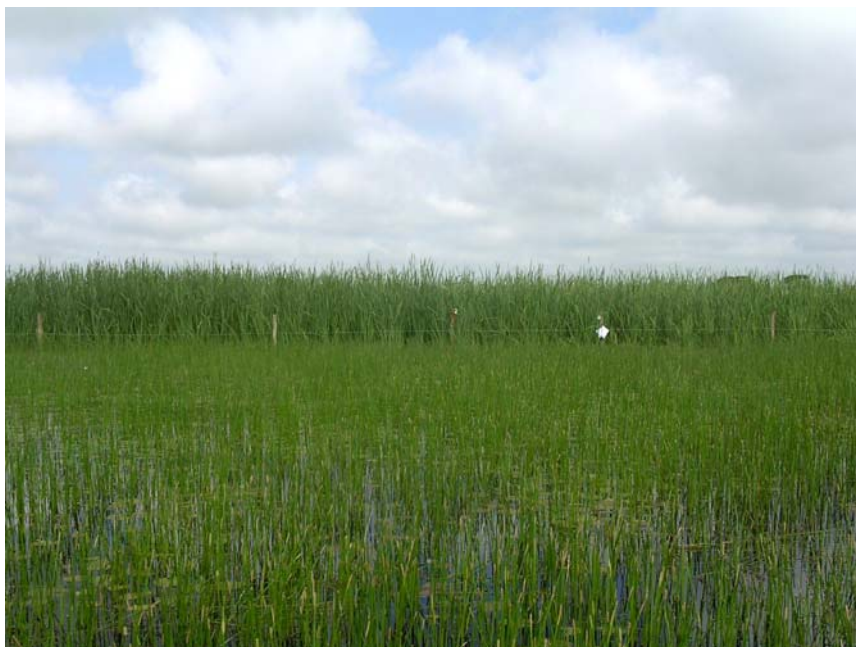


Figura 07 – Vista da área de estudo no período da Etapa 2 – período inundado.

5.1.2- Tratamento do material recolhido

Em laboratório as folhas coletadas foram lavadas com água destilada para retirada de material particulado aderido. As folhas tiveram seu comprimento obtido através de fita métrica e depois foram pesadas para determinação do peso fresco, em balança semi-analítica, com três casas decimais.

Terminada as medições, as folhas foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 60°C e uma vez atingido o peso constante (em torno de 72 horas), o material foi pesado e triturado em moinho de facas. As amostras moídas foram acondicionadas em potes plásticos hermeticamente fechados para posteriores análises químicas (C, N, P e polifenóis).

5.1.3 – Cálculo da Taxa de Crescimento

Para cálculo da taxa de crescimento utilizou-se a taxa de crescimento absoluto. Tal taxa é obtida pelo seguinte cálculo matemático: $TCA=(c_2-c_1)/(t_2-t_1)$, onde c_2 e c_1 são os comprimentos médios das folhas nas coletas dos tempos 2 e 1 respectivamente. Para efeito de adequada comparação dos dados, comparou-se os trinta dias iniciais do experimento nas duas etapas.



Figura 08 – Folhas coletadas, enquanto ainda verdes (esquerda) e depois de apresentarem mais de 50% secas (direita) no experimento de incremento em biomassa.

5.2 – Avaliação do processo de decomposição

5.2.1-O substrato

Para o estudo do processo de decomposição das folhas de *Typha domingensis* foi utilizado o método dos “litter bags”- sacos de decomposição. Os sacos com 4mm² de abertura permitiram a passagem da maioria dos organismos envolvidos no processo de decomposição (Gonçalves Jr. *et al.*,2004)

Folhas adultas (FV) e folhas em senescência (FS), com mais de 50% da área foliar seca, foram coletadas separadamente em bancos de *Typha* da margem da lagoa. Estas foram levadas para estufa de circulação de ar forçada à 60°C até atingirem peso constante. Deste material recolhido e seco, foram retiradas as alíquotas para análises iniciais (T0) para os dois substratos (folha verde e seca).

Em cada saco de decomposição (20 x 25 cm) confeccionados em tela de nylon com malha de 4 mm² foram colocadas cerca de 10 g de folhas cortadas em pedaços de 15 cm. Os parâmetros para tamanho do saco de decomposição, abertura de malha, bem como do comprimento do corte das folhas foram

compatíveis com os de Sharma e Gopal (1982), Neely e Davis (1985), Zozaya e Neif (1991), dentre outros. Cada saco apresentava etiqueta de metal com a devida identificação.

Um total de 60 sacos de decomposição com folhas adultas e 60 com folhas secas foi utilizado para quantificação das taxas de decomposição.

5.2.2 – Alocação do experimento

Para incubação do experimento, dois “cordões”, um com sacos de folhas verdes (numeração de 1 à 60) e outro com as folhas secas (de 61 à 120) dispostos em V (Figura 09) foram alocados na região litorânea da lagoa, próximo ao banco de *Typha*, imersos na coluna d’água. A localização próxima aos bancos de *Typha* também favoreceu por oferecer proteção à ação dos ventos e assim evitar maiores perdas promovidas pela fragmentação física do material. Para se demarcar o local do experimento e possibilitar um fácil acesso aos saquinhos no momento da coleta, foram utilizadas bóias de marcação em cada extremidade do cordão.



Figura 09 – Alocação do experimento de folhas verdes e secas próximo ao banco de *Typha* às margens da lagoa do Campelo. As bóias para auxílio na localização do experimento durante as coletas.



Figura 10 – Sacos de decomposição de 20x25cm com 4mm² de malha, com 10 g de substrato, alocados na lagoa do Campelo

No início, as amostragens para a coleta dos “litter bags” foram mais frequentes. Isso possibilitou um melhor detalhamento da fase inicial do processo de decomposição, quando a lixiviação é mais significativa. Assim, após a incubação dos sacos, em intervalos de 1,3 e 7 dias foram coletados tréplicas dos saquinhos de cada categoria de folhas (verde e seca), totalizando 6 sacos em cada dia de amostragem. Depois dessa fase inicial, os “litter bags” foram recuperados semanalmente até o final do primeiro mês de experimento, prosseguindo quinzenalmente nos segundo e terceiro meses e mensalmente nos meses seguintes até se encontrar material remanescente suficiente para realização das determinações químicas. As datas finais do experimento de decomposição foi 27/04/05 para FV e 2/08/05 para FS, totalizando 153 e 250 dias respectivamente.

5.2.3- Tratamento do material recolhido

As triplicatas recolhidas do experimento de decomposição (“litter bag”) foram cuidadosamente escurridas sobre papel absorvente. O material remanescente em cada saco foi retirado com auxílio de pinças e colocado em recipientes para separação de invertebrados presentes (Figura 10). Após a triagem, os recipientes foram colocados em estufa de circulação à ar a uma temperatura de 60°C até peso

constante. Depois de aproximadamente 48 horas procedeu-se com a pesagem do material remanescente para quantificar a perda de massa.

A trituração das amostras foi feita em moinho pequeno (pick lick). O material triturado foi acondicionado em potes plásticos hermeticamente fechados para posterior determinação dos teores de C,N e P e polifenóis.



Figura 11 - Material retirado do saco de decomposição após período de incubação na Lagoa do Campelo.

5.2.4 - Cálculo da Taxa de Decomposição e Meia Vida

O coeficiente de decomposição (k) foi determinado pelo coeficiente angular da equação exponencial simples (Olson, 1963; Wieder e Lang, 1982), que apresentou um melhor ajuste em relação ao modelo linear ($W_t/W_0 = C + kt$) para mostrar a relação ao percentual de *litter* remanescente da macrófita. O modelo exponencial assume que o "*litter*" se decompõe a uma taxa constante sobre o tempo, conforme:

$$W_t = W_0 e^{-kt}$$

Onde t é o tempo em dias, W_t é o *litter* remanescente no tempo t , W_0 é o *litter* inicial no tempo 0, e é a base dos logaritmos naturais e k é a taxa do coeficiente de decomposição (d^{-1}).

A partir dos valores de k foi calculada a meia vida (tempo necessário para haver 50% de degradação do *litter*) das folhas de *Typha domingensis* seguindo Olson, 1963, onde $t_{0,5} = 0,693/k$.

Regressões lineares foram feitas entre a concentração dos nutrientes C, N, P e polifenóis e porcentagem de material remanescente de cada substrato para verificar possíveis relações entre a perda de massa e liberação e/ou acúmulo dos nutrientes (Mellito e Aber, 1984).

5.3 - Determinações químicas

Os teores de C e N totais foram determinados pelo auto-analisador Perkin Elmer 2400 (CHNS/O) a partir de alíquotas de 2mg de amostra do material foliar seco moído. Para o experimento de produção, cada coleta constituía uma amostra composta única, havendo duplicata analítica de amostra apenas a cada 10 leituras. Já no experimento de decomposição, em cada coleta três sacos eram retirados e com isso se tinha triplicatas de amostras para cada categoria de substrato, as quais foram ao analisador CHNS/O individualmente.

O P total foi obtido pelo método de Andersen (1975), muito utilizado em pesquisas atuais para esse tipo de determinação. Tal método consiste em calcinar 0,2 g de material seco em mufla (550°C) por uma hora e retomar a solução em 25 ml de HCl – 1N que é analisado espectrofotometricamente. Para obtenção do teor de P total, foram feitas triplicatas de análise no experimento de produção. No experimento de decomposição, além das triplicatas de amostras (três sacos coletados por categoria: folha verde e seca), ainda se procedeu com as triplicatas de análise para cada amostra (Tabela 01).

O teor de polifenóis foi determinado pelo método de King e Heath (1967). Para extração de tais compostos, a cerca de 0,15 g da amostra foi adicionada 5 ml de metanol a 50%, durante 24 horas, em duplicata. Transcorrido o tempo, procedeu-se a filtração da solução em filtro de 7,4 µm de porosidade em balão volumétrico de 50 ml, completando-se o volume com água destilada e 1,0ml dessa solução foi transferido para outro balão de 50 ml e acrescentado 2,5 ml de reagente Folin Denis. Após três minutos foi adicionado 5,0 ml de solução saturada de Na_2CO_3 e completado o volume. Passado uma hora, a solução foi filtrada em filtro azul e a absorbância lida a 725 nm. Informações sobre réplicas estão dispostas na Tabela 01.

Tabela 01 – Síntese com procedimentos e métodos para análises químicas dos substratos, nos experimentos de produção e decomposição.

Determinação	Método	Repetição / Produção	Repetição / Decomposição
C,N, H	Analisador Perkin Elmer 2400 (CHNS/O)	Leitura de uma amostra para cada coleta (amostra composta das 15 folhas), com duplicata analítica a cada 10 leituras.	Leitura de cada triplicata de amostra, para cada data de coleta dos dois substratos (folha verde e seca)
Fósforo	Método de Andersen (1975)	Triplicata analítica de cada amostra composta, referente a cada dia de coleta.	Leitura em triplicata analítica de cada uma das triplicatas de amostras obtidas para cada substrato – folha verde e seca em cada coleta.
Polifenóis	King e Heath (1967)	Duplicata analítica de cada amostra referente a cada dia de coleta.	As triplicatas de amostras de cada substrato (Folha Verde e Seca) passaram a constituir uma amostra composta para cada dia de coleta. Duplicata analítica para cada amostra composta.

Para verificação de exatidão analítica, foram rejeitados valores das determinações com coeficiente de variação superior a 10% e as referidas análises foram refeitas.

5.4 – Análises Estatísticas

Produção

Teste t de Student foi utilizado para verificar possíveis diferenças significativas entre coletas referentes a mesma idade da planta no período seco e inundado. Tal teste comparou a média das 15 folhas amostradas em determinadas coletas nos dois períodos (seco e inundado) no que se refere ao incremento em biomassa, crescimento das folhas e concentração de C, N, P e polifenóis.

Como o objetivo então era comparar folhas de mesma idade entre os dois períodos, foram comparadas por teste t as folhas nas seguintes idades, para PeS e PeI respectivamente: 20 e 21 dias; 30 e 34 dias; 70 e 75 dias.

Decomposição

Análise de variância de medidas repetidas (ANOVA “repeated measurement”, Zar (1984)) foi usada para examinar o efeito do substrato (FV e FS) e do tempo (dias) no percentual de massa remanescente, na concentração e no remanescente de todos os nutrientes analisado (C, N, P e polifenóis). Interações significativas foram verificadas à *posteriori* com teste de Tukey, usando nível de significância de 0,05. Os testes foram aplicados utilizando o programa Statistica 6 para Windows. O período comum de experimento para os dois substratos (FV e FS) foi de 153 dias. Devido esse fato, a ANOVA foi aplicada para verificar as diferenças entre os substratos até o 153º dia.

6- Resultados

6.1 – Produção de biomassa foliar de *Typha domingensis*

6.1.1- Altura e Peso seco das folhas - Período Seco(PeS) versus Período Inundado(PeI)

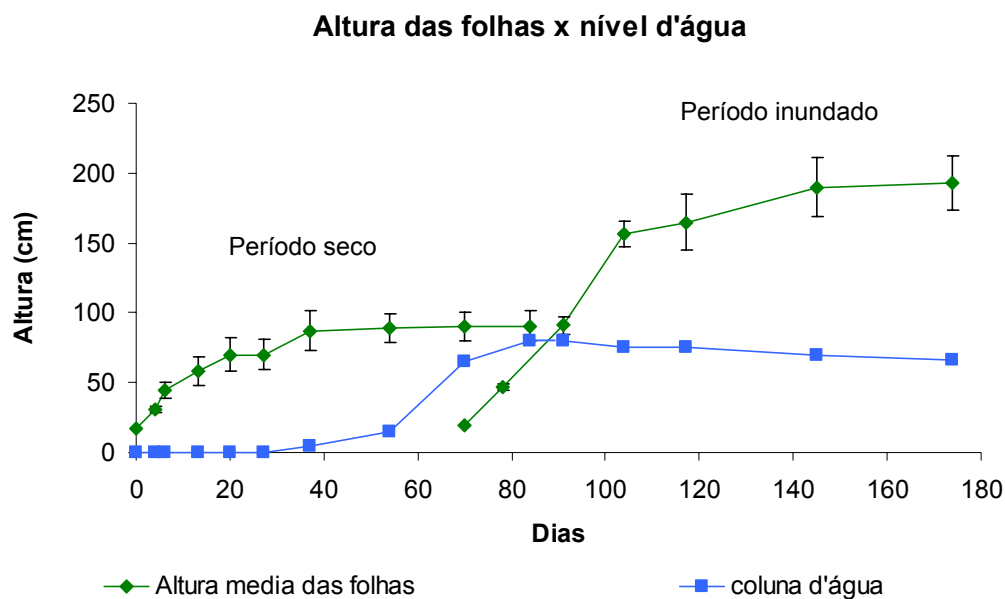


Figura 12 - Altura média das folhas (em verde) e nível da coluna d'água (em azul claro) nos dois períodos de amostragem: período seco e inundado. As barras representam os respectivos desvios padrão entre as amostras (n=15).

Ao analisar o crescimento (aumento da altura da folha em cm) das folhas nos dois períodos estudados (seco e inundado), os dados obtidos mostram que a *Typha domingensis* apresentou um mesmo padrão de crescimento nas duas etapas de amostragem, isto é, uma fase inicial de crescimento rápido seguida de crescimento mais lento, quando passados os 30 primeiros dias (Figura 12, Tabelas 04 e 05).

Embora o padrão de crescimento tenha sido o mesmo, as folhas alcançaram maiores valores de comprimento na segunda etapa, com presença de coluna d'água. Enquanto que no período seco as folhas estabilizaram o crescimento com 87cm em média (aos 37 dias), no período inundado esse patamar de estabilidade foi atingido com média de 156cm (aos 34 dias).

Mesmo com diferenças significativas entre as médias do comprimento das folhas entre as coletas nos dois períodos (Teste T, $p=0,02$), a taxa média de crescimento absoluto não diferiu significativamente nos 30 primeiros dias ($PeS=2,23\text{cm.dia}^{-1}$ e $PeI=3,13\text{ cm.dia}^{-1}$) e também no cálculo para todo o período ($0,87\text{ cm.dia}^{-1}$ e $1,67\text{cm.dia}^{-1}$ no inundado e seco respectivamente). Ao final das observações, as folhas apresentaram 90cm de comprimento em média no período seco (84 dias) e 193 cm no período inundado (104 Dias). Teste T comparando as médias para essas duas coletas mostrou diferença significativa entre os tamanhos foliares nas duas etapas.

Da mesma forma que o observado para altura, a diferença entre as médias do incremento da biomassa foliar de *Typha domingensis* nas coletas dos dois períodos foi significativamente diferente (Teste T, $p=0,04$) (Figura 13, Tabelas 06 e 07) e superior no PeI. Na fase inicial de crescimento (primeiros 20 dias) não foi verificada diferença significativa entre a biomassa das folhas entre os dois períodos, padrão que não se sustentou por muito tempo, pois passados os primeiros 30 dias, o peso foliar médio do período inundado já se mostrava cerca de 60% superior ao período seco. No 37º dia, as folhas do PeS apresentavam 1,65g enquanto que no inundado, o peso médio foi de 3,02 g no 34º dia, diferença significativa ($p<0,05$).

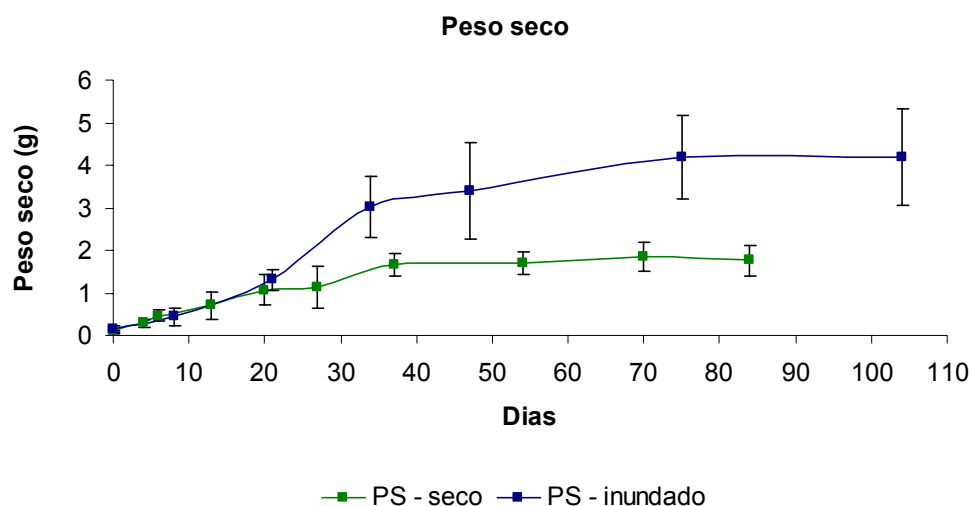


Figura 13 - Peso seco (PS) das folhas de *Typha domingensis* nos dois períodos estudados – seco (em verde) e inundado (em azul). As barras representam os desvios entre as amostras (n=15).

6.1.2- Nutrientes nas folhas nos dois períodos estudados (PeS e Peln)

Os valores de C nas folhas apresentaram o mesmo padrão de variação durante ambos os períodos, isto é, declínio nos primeiros dias de desenvolvimento seguido de acúmulo na concentração. No período seco as folhas tiveram queda na concentração de C até o 6º dia, quando começaram a um acúmulo desse nutriente, atingindo um valor máximo de 406 mg.g⁻¹PS no 54º dia de observação. (Figura 14a, Tabela 08).

As folhas do Pel tiveram queda na concentração de C até os 20 primeiros dias de observação. A partir daí foi observada uma tendência ao incremento de C, porém de forma irregular visto oscilações observadas durante as amostragens. O valor máximo foi de 440 mg.g⁻¹PS aos 104 dias – final do experimento nessa etapa sob inundação. A média do teor de C para todo o período no Pel foi de 419 mg.g⁻¹PS (N=07), contra 382 mg.g⁻¹PS (N= 10) no período seco. Essa diferença pôde ser comprovada estatisticamente pelo teste t de Student. (p<0,05).

A concentração de N diminuiu ao longo dos dias em ambos os períodos. No período seco, a diminuição de N foi observada durante todo o estudo. A concentração média de N durante o período seco foi mais elevada que no período inundado, até o 54º dia. Nos primeiros 21 dias de observação, o teor médio de N no período seco foi cerca de 84% superior ao inundado. No inundado houve um declínio nos primeiros 20 dias, seguido de estabilização até o 47º dia. Depois disso, aumento no teor de N foi verificado (Figura 14b, Tabela 08).

A variação de C e N nas folhas resultaram numa relação C:N(a) continuamente crescente no período seco e com comportamento inverso ao teor de N no período inundado (Figura 14 b e c).

A concentração de P apresentou valores seguidamente menores com o decorrer dos dias tanto no PeS quanto no Pel (Figura 13d, Tabela 08). A concentração de fósforo (P) nas folhas foi significativamente superior no período seco (p<0,05). A concentração de P nos dias iniciais do período seco foi cerca de 105% superior do que no período inundado. O teor médio de P para esse intervalo, 20 dias no PeS e 21 dias no Pel, foi de 4,14 mg.g⁻¹PS e 2,02 mg.g⁻¹PS. Também foi nesse período inicial que ocorreram as maiores quedas na concentração desse nutriente na folha. A diminuição no teor de P foi de 78% e 84% nos período seco e inundado respectivamente.

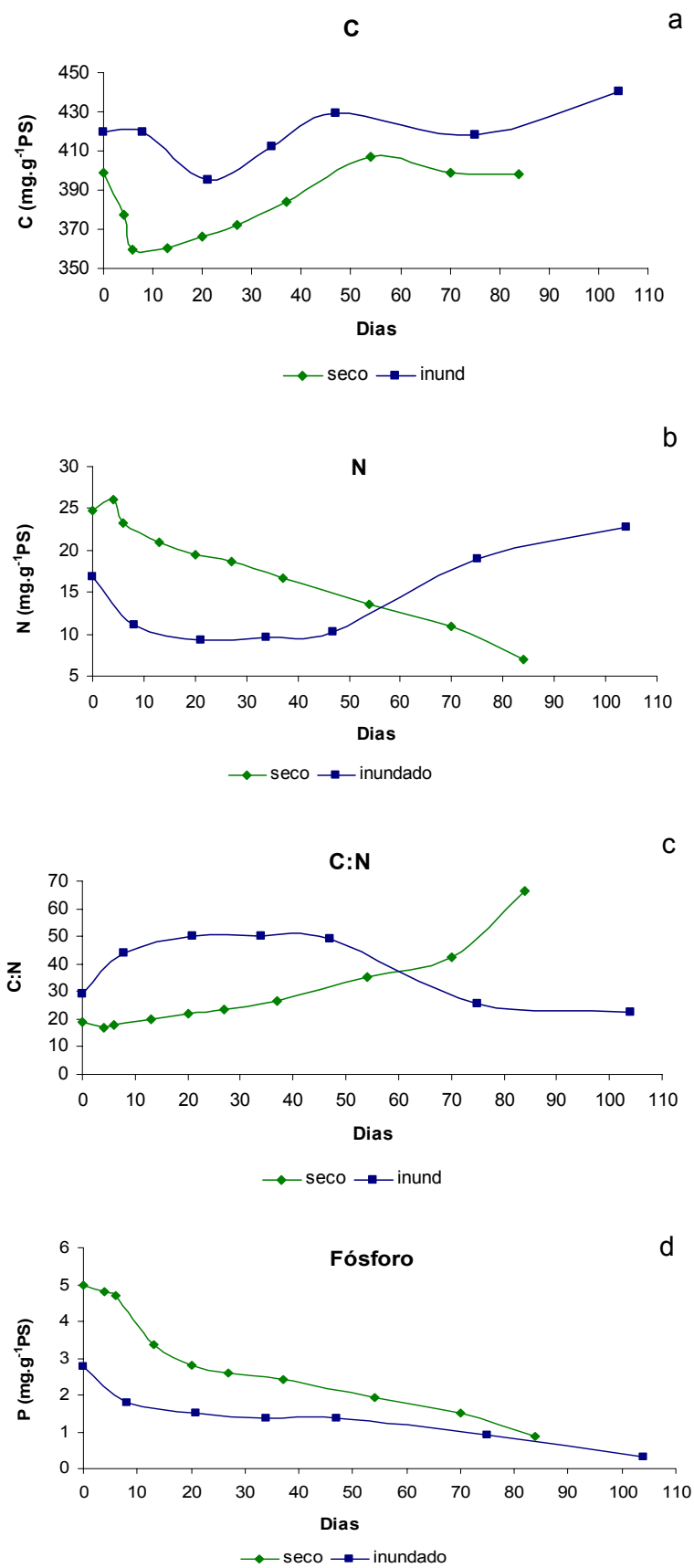


Figura 14 – Variação temporal da concentração de C^a, N^b, P^d e relação C:N molar ^c nas folhas de *Typha domingensis* ao longo dos dias de experimento nos períodos seco e inundado. Os valores foram obtidos através de análise de uma amostra composta das folhas em cada coleta.

6.1.3- Concentração de polifenóis (PeS e Peln).

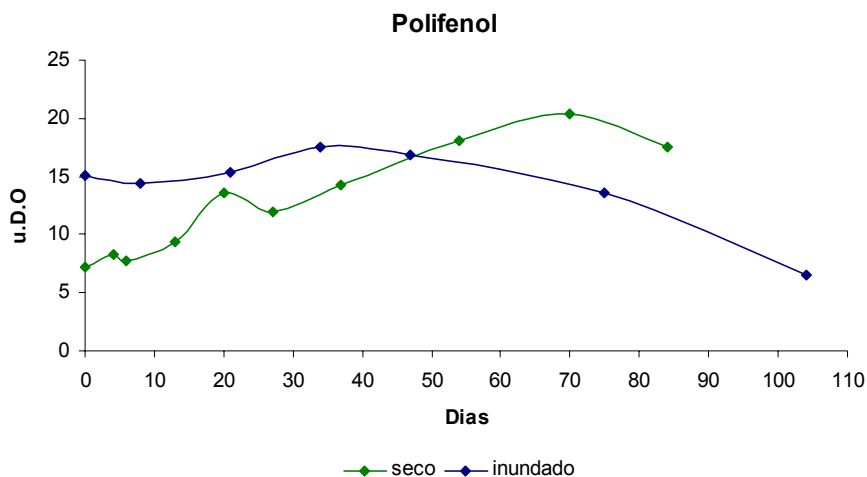


Figura 15 - Variação temporal da concentração de polifenóis nas folhas de *Typha domingensis* ao longo dos dias de experimento nos períodos seco e inundado.

A variação na concentração de polifenóis apresentou tendências diferenciadas entre os períodos analisados (Figura 15 e Tabela 08). No Período seco (PeS) houve um incremento com o decorrer dos dias, atingindo um ápice em torno do 70º dia de amostragem, quando os valores começaram a decrescer. Já na etapa com presença de coluna d'água, a concentração se manteve sem grandes modificações no decorrer dos dias, permanecendo dessa forma até o 47º dia. A partir daí, um decréscimo pode ser observado até a última amostragem (104 dias). A media da concentração de polifenóis de todas as coletas foi superior no período inundado (14,19 u.D.O no Pel e 12,8 u.D.O no PeS), mas não diferentes estatisticamente.

6.2 – Decomposição foliar de *Typha domingensis*

6.2.1 – Perda de massa

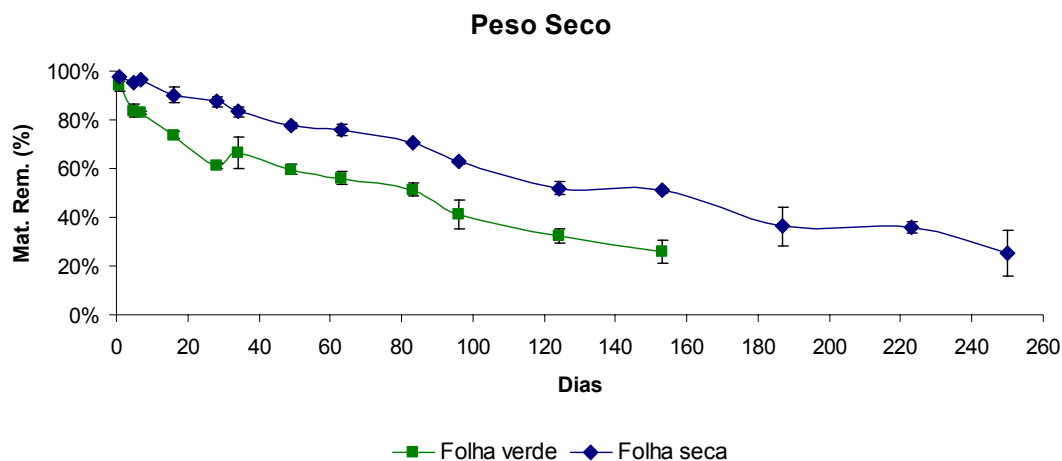


Figura 16 – Percentual de material remanescente em peso seco de folhas de *Typha domingensis* confinadas em sacos de decomposição na Lagoa do Campelo no período de novembro de 2004 à agosto de 2005, cujos valores médios referem-se às triplicatas dos sacos (n=3). As barras transversais equivalem ao desvio padrão.

Entre os dois tipos de substratos estudados, a perda de massa em folha verde (FV) diferiu significativamente ($p < 0,05$) da folha seca (FS) durante todo o período estudado (Figura 16, Tabela 09). Colocando sob análise os primeiros 16 dias de experimento, FV apresentou 73,8% de material remanescente, percentual 17% menor do que FS, visto que esta apresentou 90,1% durante o mesmo período.

Durante os meses de dezembro de 2004 (35 dias de experimento) e janeiro de 2005 (63 dias), período de cheia da lagoa, as folhas verdes (FV) já haviam perdido aproximadamente 50% do seu material (FV=56,1% de material remanescente) enquanto FS apresentava 75,9%, e assim, uma diferença de 35%.

Devido a problemas operacionais (furto dos sacos de decomposição) o experimento com folha verde terminou com 153 dias, quando o material remanescente para esse substrato era de 25,8%. Nesse mesmo período, folha seca apresentava 52,0% e só aos 250 dias atingiu 23,9%.

Dentre os modelos de regressão linear e exponencial simples, utilizados para obtenção do k, o ajuste encontrado em ambos foi muito similar. Os valores encontrados para o r^2 no modelo linear foi 0,93 para FV e 0,98 para FS, enquanto no modelo exponencial foi 0,97 para FV e 0,97 para FS (Figura 17). Para uma melhor

comparação com a literatura, o modelo exponencial foi utilizado e os resultados obtidos foram baseados no k obtido através da equação exponencial.

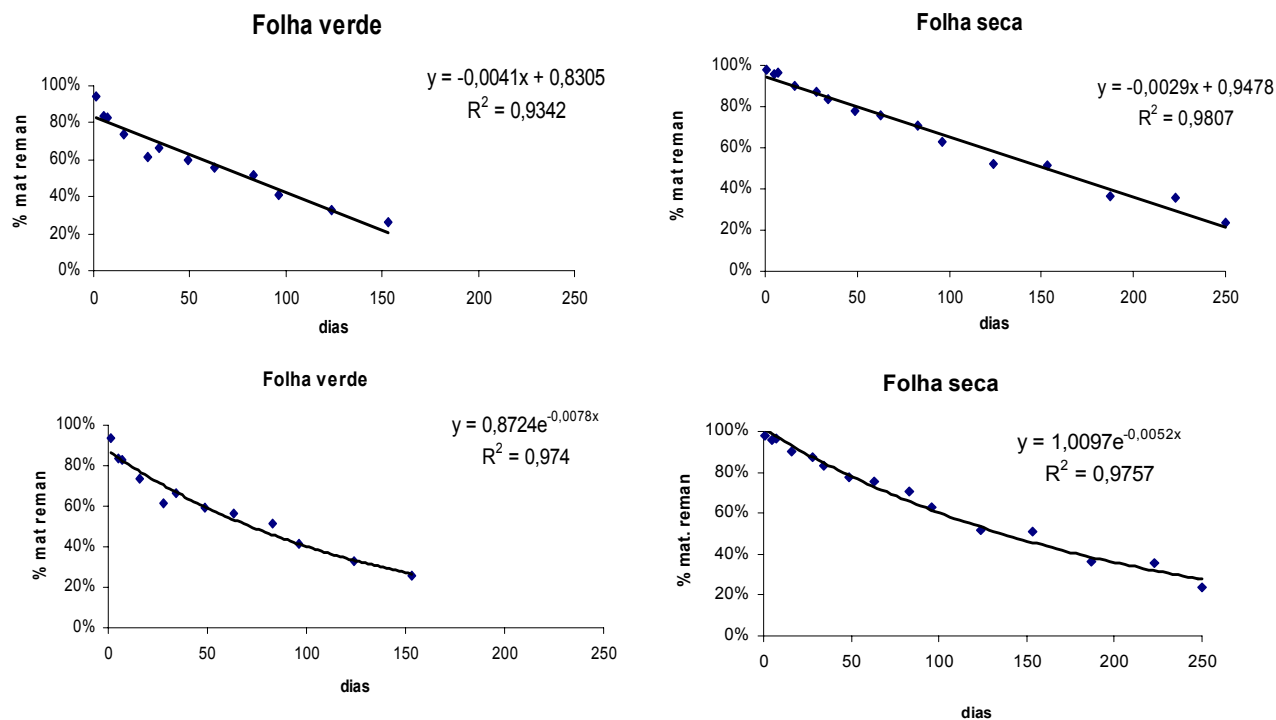


Figura 17 - Regressão linear simples (acima) e exponencial simples (abaixo) entre os dias de coleta e o percentual de material remanescente de folhas de *Typha domingensis*, para verificar o melhor ajuste para obtenção do k(taxa de decomposição)

As taxas de decomposição (coeficiente de decomposição-k) encontradas para folha verde e seca foram de 0,0078 (dia⁻¹) e 0,0052 (dia⁻¹) respectivamente. Os valores de meia vida calculados foram de 79 dias para folha verde e 133 dias para folha seca (Tabela 02).

Tabela 02 – Taxa de decomposição (k) e meia vida das folhas de *Typha domingensis* estimada através de regressão exponencial simples para os dias de experimento de decomposição (153 dias-folha verde e 250dias-folha seca). Coeficiente de correlação (r^2) para as duas categorias de substrato – folha verde e folha seca

Substrato	K	Meia Vida(dias)	r^2
Folha verde	0,0078	89 dias	0,92
Folha seca	0,0052	133 dias	0,97

6.2.2 - Concentração de Carbono, Nitrogênio, Relação C/N e Fósforo no detrito.

As concentrações iniciais de C em ambos substratos analisados - folha verde (FV) e folha seca (FS) - apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) com FV $385,6 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$ e FS $445,4 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$ de C. A concentração de C no tecido vegetal remanescente foi mais elevada em folha seca (FS) com valor médio de $433,9 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$, levando-se em conta todo o período de experimento. Tais valores apresentaram pequena oscilação ao longo do experimento e a partir de 223 dias de estudo mostraram uma queda acentuada, caindo de $464,2 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$ (223 dias) para $364,7 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$ (250 dias) (Figura 18a, Tabela 10).

Folha verde (FV) apresentou uma concentração de carbono ligeiramente menor, com um valor médio de $420,5 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$ para todo período estudado. Durante os primeiros 35 dias de experimento, FV apresentou maiores oscilações nos valores ($Sd = 18,37$), comparando-se com FS ($Sd = 7,23$).

Os valores máximos e mínimos apresentados para a concentração de C foram de $454,3$ e $385,6 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$ para folha verde e $464,2$ e $364,7 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$ para folha seca.

As concentrações iniciais de N para FV e FS, assim como C, também apresentaram diferenças significativas, com $16,5 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$ para FV e $35,5 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$ para FS. Os valores encontrados para concentração de Nitrogênio em FV se mostraram crescentes ao longo do experimento, apresentando uma concentração média para todo o período de estudo de $25,4 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$ (Figura 18b, Tabela 10). Já FS não apresentou um padrão definido e apresentou uma média ligeiramente superior ($31,7 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$) do que folha verde (FV). Entre 35 e 153 dias de experimento a concentração de nitrogênio em folha seca (FS) apresentou grande variação. Aos 34 dias de experimento apresentava $33,7 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$, caindo para menos da metade aos 96 dias ($13,5 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$) e aos 153 dias, já apresentava $41,1 \text{ mg.g}^{-1}\text{PS}$.

A razão C:N das folhas de *Typha* apresentou padrão diferenciado para as duas condições de substrato, com tendência a diminuição nas folhas verdes e apresentação de um padrão inverso ao teor de N nas folhas secas (Figura 18c, Tabela 10). Os valores médios para essa razão foram de $21,71$ para FV e $18,44$ para FS considerando-se todo o período de estudo.

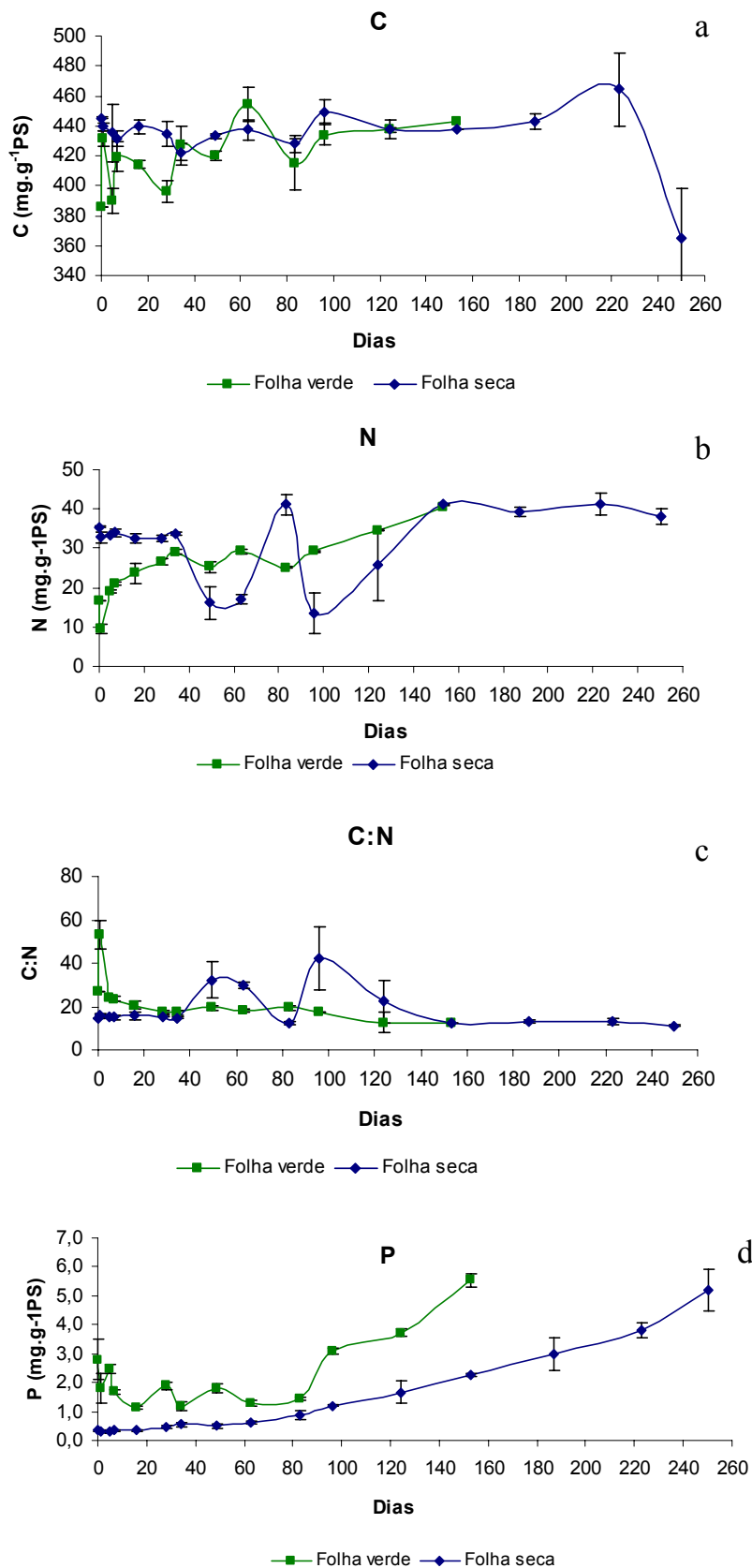


Figura 18 - Variação temporal da concentração de C^(a), N^(b), P^(d) e relação C:N^(c) nas folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde e 250 dias para folha seca. Os valores referem-se às médias das triplicatas (n=3) coletadas para cada substrato (folha verde e seca) entre os dias 24/11/2004 e 05/08/2005. As barras transversais equivalem ao desvio padrão das triplicatas amostrais.

A concentração de P total apresentou mesmo padrão de variação tanto para FV quanto para FS, ou seja, tendência de incremento ao longo do período de experimento para ambos os substratos (Figura 18d, Tabela 11). As folhas verdes de *Typha domingensis* apresentaram valores sempre superiores para concentração de P (Em média concentração 43% superior para todo o período).

O valor inicial da concentração de P foi bem mais elevado para FV, que apresentou 2,81 mg.g⁻¹PS contra 0,35 mg.g⁻¹PS para FS. A média da concentração também seguiu essa tendência, com 2,29 mg.g⁻¹PS para FV enquanto que FS teve média de 1,57 mg.g⁻¹PS para todo o período estudado.

6.2.3 – Liberação e/ou acúmulo do Carbono, Nitrogênio e Fósforo (porcentagem remanescente)

O conteúdo de C remanescente nos dois substratos analisados (Figura 19a, Tabela 13) seguiu o padrão da perda de massa (Figura 16). O percentual remanescente de C no detrito das folhas secas de *Typha domingensis* mostrou-se de forma decrescente, com um percentual ligeiramente superior àqueles das folhas verdes. Não foi verificada diferença significativa entre os substratos para C remanescente para todo o período do experimento. Ao final do primeiro mês de experimento, o percentual remanescente de C foi de 73% (FV) e 79,5% (FS). A metade de C remanescente foi atingida em torno dos 96 dias do experimento para FV e apenas com 150 dias para FS (46,4% para FV e 51,1% para FS).

O conteúdo de N apresentou uma diminuição significativa ($p < 0,05$) no primeiro dia de experimento tanto para FV (46%) quanto para FS (10%). Folha seca seguiu perdendo N até o final dos primeiros 50 dias, quando apresentou 35% de N remanescente. A partir desse período, esse substrato passou a apresentar valores irregulares de N, porém, sempre superiores a 23%, percentual mais baixo de todo o período (Figura 19b, Tabela13). Ao analisar a perda de N entre os substratos para todo o período com presença de substrato FV e FS, esta não se apresenta diferente significativamente ($p > 0,05$). O substrato FV apresentou incremento logo após o primeiro dia e passado o 7º dia, o acúmulo de N remanescente chegou a ultrapassar 100%. Esse padrão de acúmulo permaneceu até 63 dias, quando os valores começaram a decrescer. Com 153 dias, FV apresentou 63% de N remanescente.

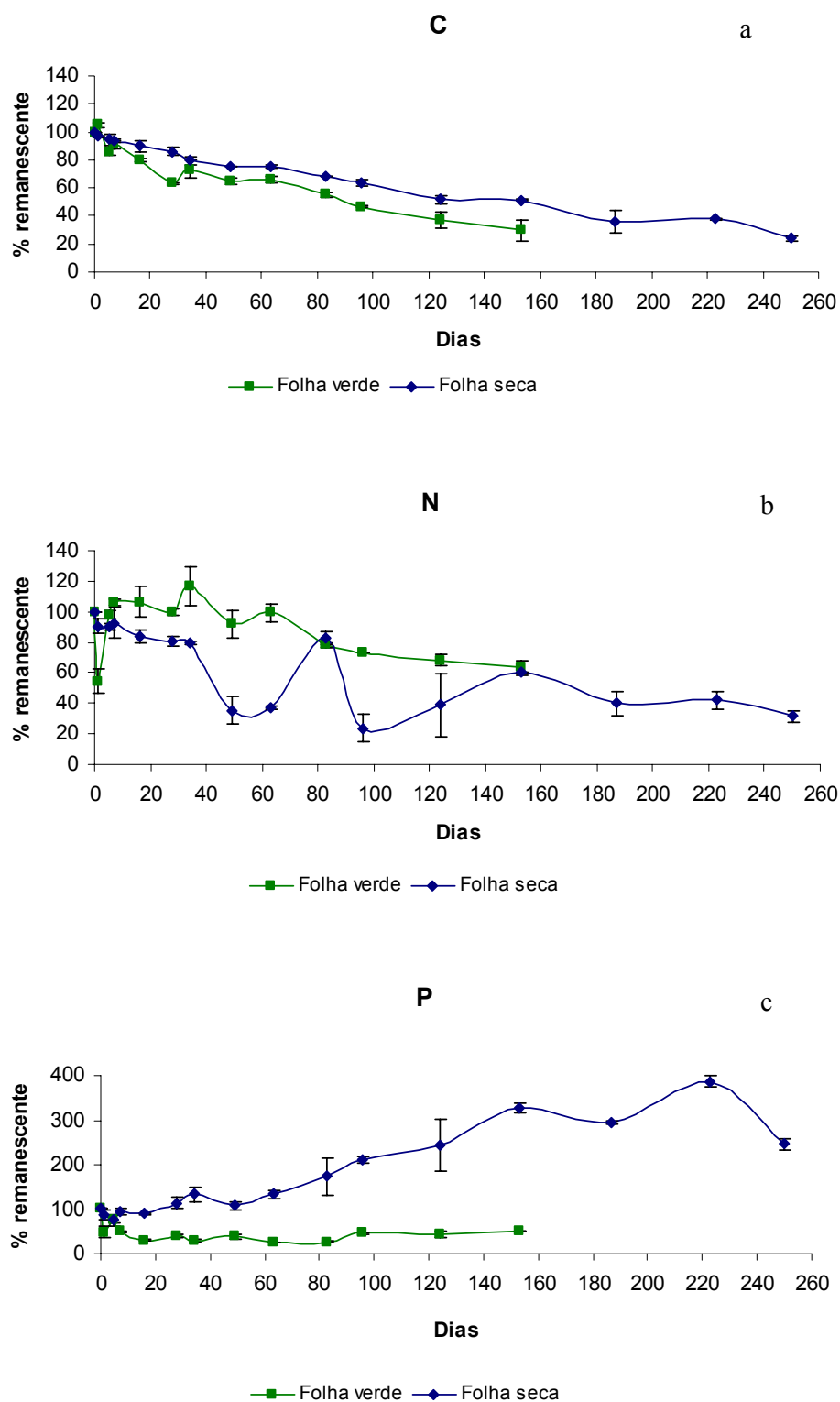


Figura 19 – Percentual remanescente de C^(a), N^(b) e P^(c) em folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde e 250 dias para folha seca. Os valores referem-se às médias das triplicadas (n=3) coletadas para cada substrato (folha verde e seca) a cada tempo, entre os dias 24/11/2004 e 05/08/2005. As barras transversais equivalem ao desvio padrão das triplicatas amostrais.

O teor de fósforo remanescente apresentou uma queda entre os dias 0 e 1 para ambos substratos analisados (FV-52% e FS-14%) mostrando-se diferente significativamente ($p < 0,05$). A partir do 3º dia apresentava tendências opostas: FV mostrou-se com tendência a liberação de P total e FS, acúmulo de P até o final do experimento, apresentando suaves oscilações a partir do 153º dia. Aos 96 dias de experimento, FV apresentava 45% e FS 210% ($p < 0,05$) de P remanescente e ao final do experimento, FV 50% (153 dias) e FS 246 % (250 dias) (Figura 19c, Tabela14). Não foi verificada diferença significativa ($p = 0,08$) para P remanescente entre FV e FS para todo o período do experimento (até 153 dias – período em que houve coletas para FV e FS).

6.2.4 – Concentração de polifenol.

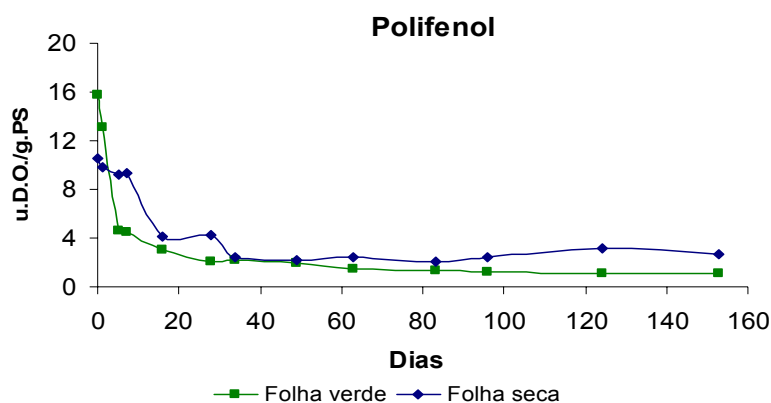


Figura 20 - Variação temporal da concentração de polifenol nas folhas de *Typha domingensis* (verde e seca) ao longo de 124 dias de experimento. Os valores referem-se às médias das duplicatas analíticas de cada amostra composta referente a cada dia de coleta.

A concentração de polifenóis em FV apresentou rápida queda nos 7 primeiros dias de experimento (queda de 72%, saindo de 15,8 (T0) para 4,5 u.D.O. em 7 dias), enquanto que FS, a queda foi menos acentuada e mais longa (Figura 20, Tabela12). Nesse período o teor de polifenóis diferiu significativamente entre os substratos ($p < 0,05$). Após 34 dias, a concentração encontrada em FV e FS mostrou-se equiparada (FV com 2,2 u.D.O. e FS com 2,4 u.D.O.). Entretanto, após o 63º dia de observação, a concentração de polifenóis encontrada em FS começou a mostrar-se superior a FV e após 96 dias, todas as coletas voltaram a diferir significativamente entre os substratos ($p < 0,05$).

7- Discussão

7.1- Produção de biomassa foliar de *Typha domingensis*: período seco x inundado

7.1.1- Altura e Peso das folhas nos períodos seco e inundado

A influência da variação do nível da água no crescimento e alocação de biomassa por macrófitas aquáticas tem sido avaliada em alagados e corpos d'água (Palma-Silva, 1998, Mauchamp, 2001, Santos e Esteves, 2002; 2004; Amado, 2005; Deegan, 2007) e em todos os estudos citados existe um consenso que o nível da água influencia fortemente esses parâmetros. Dentre outras plantas do gênero (macrófitas emersas), *Typha domingensis* é citada como a mais tolerante ao aumento do nível d'água (Grace, 1989).

O alongamento de estruturas como caule e folhas ajuda a manter áreas fotossinteticamente ativas fora da água em ambientes alagados (Coops, 1996). Santos e Esteves (2004) mostraram que o nível da água foi o fator determinante no tamanho do caule e biomassa aérea de *Eleocharis interstincta* durante processo de abertura de barra na Lagoa de Imboassica, no norte do Rio de Janeiro. Coops (1996) encontrou correlação positiva entre o aumento do nível da água e alongamento de folhas e caules em duas macrófitas emersas em uma região de estuário na Holanda.

No presente estudo, *Typha domingensis* apresentou diferenças significativas no tamanho das folhas e na biomassa entre os dois períodos avaliados (seco e inundado), corroborando com os estudos anteriormente citados. A altura média das folhas foi quase duas vezes maior no período inundado, quando a coluna d'água chegou a 80cm e as folhas atingiram altura máxima de 193cm em média, contra 90cm no período seco. Tal crescimento sugere que o vegetal investe em alocação de recursos para aumento de altura e conseqüentemente biomassa, de forma a acompanhar a lâmina d'água que está se elevando. Manter uma maior área fotossinteticamente ativa acessível à luz (emersa) é fundamental para o metabolismo do vegetal (Mitsh e Gosselink, 2000).

A taxa de crescimento absoluto representa um percentual ou proporção de crescimento das folhas de um intervalo de tempo para o outro. Nos 30 primeiros dias, período de maior crescimento, a média da taxa de crescimento absoluto

encontrada para o período inundado foi 40% maior que no período seco (2,23cm.dia⁻¹ no PeS e 3,13cm.dia⁻¹ no Pel). Embora esses valores tenham se mostrado superiores, significativamente nada foi comprovado. Possivelmente a diferença a diferença entre os intervalos de tempo entre uma amostra e outra para os dois períodos inviabilizaram uma comparação matematicamente coerente. No período inundado em que foi verificado o maior crescimento em cm das folhas, não houve um acompanhamento inicial detalhado (em intervalos curtos de tempo) e por isso a comparação com o período seco, em que esse detalhamento foi mais efetivo, não mostrou diferença estatística.

Santos e Esteves (2004) verificaram que com a diminuição da coluna d'água, *Eleocharis interstincta* assumiu características de plantas terrestres, como redução média do tamanho do caule e principalmente redução do espaço entre as lacunas aeríferas, o que promove maior rigidez estrutural, essencial no ambiente seco. Nesse estudo, o efeito pode ter sido o mesmo em *T. domingensis*. Com o aumento da coluna d'água, o crescimento das folhas pode ter sido mais acentuado em função do aumento no espaço entre as lacunas aeríferas.

Grace (1989) relatou que *T. domingensis* produziu uma menor quantidade, porém mais largos rametes com o aumento da coluna d'água. Os valores de peso seco das folhas encontrados no período inundado se mostraram superiores e diferentes significativamente do período seco, mas ficou claro que *T. domingensis* investe mais em crescimento para manutenção das folhas na superfície aérea e conseqüentemente, uma maior área fotossinteticamente ativa em contato com a luz no período inundado.

7.1.2- Concentração de nutrientes no tecido foliar: seco x inundado

Embora vários trabalhos relacionem a flutuação do nível da água com metabolismo de crescimento de macrófitas (Palma-Silva, 1998, Mauchamp, 2001, Santos e Esteves, 2002 e 2004; Amado 2005; Deegan, 2007), poucos relacionam regime hidrológico com a diferença na concentração de nutrientes no tecido vegetal, salvo Rubim (1995) e Enrich-Prast (2005) que trabalharam com espécies de *Oryza* na Amazônia Central e Amazônia Oriental respectivamente.

Tanto N quanto o P apresentaram menores concentrações nos tecidos foliares no período inundado. Como nesse período as plantas apresentavam um maior porte, esses nutrientes mostraram-se diluídos em proporção à biomassa total

(“Efeito diluidor”, Larcher, 2000). Esse efeito também foi encontrado por Nogueira (1989), que atribuiu o efeito diluidor aos valores de N e P ao longo das fases de crescimento de *Scirpus cubensis*; Rubim (1995) e Enrich-Prast (2005) que sugeriram que o aumento da biomassa causado pela elevação do nível da água teve um efeito diluidor sobre as concentrações de N e P em *Oryza glumaepatula*.

Ao longo das fases de crescimento foliar de *T. domingensis*, as maiores concentrações de N e P nas fases iniciais deve-se à demanda requerida no processo de produção de metabólitos e ativadores enzimáticos indispensáveis ao desenvolvimento foliar (Larcher, 2000). A queda nos teores de nitrogênio e fósforo ao longo do desenvolvimento da macrófita em ambos períodos estudados (Figura 14 b e d) também pode ser atribuída à translocação desses elementos para outros órgãos do vegetal, possivelmente aos rizomas, para o armazenamento de compostos orgânicos em caso de limitação (Asaeda, 2005) ou para estruturas reprodutivas (Miao *et al*, 2000).

A concentração de C mostrou-se mais elevada no período inundado. Tal fato está relacionado ao maior crescimento e maior biomassa obtidos nesse período a fim de manter as folhas acima da coluna d'água, onde luz não sofre perdas com a difração. Os valores de C superiores nesse período explicam esse investimento em suporte (lignificação das paredes celulares) para um maior crescimento. Temporalmente, o ligeiro incremento na concentração de C nas folhas mais velhas reflete a maior lignificação dos tecidos foliares com a idade.

A elevada razão C:N encontrada nesse estudo (o valor médio para macrófitas aquáticas estaria em torno de 21, segundo Duarte, 1992) acompanhou as maiores concentrações de C no período inundado. Os valores inferiores de N no período inundado também contribuíram para manter elevado os valores para razão C:N. Pagioro (1998) atribui aos valores de razão C:N superiores a 25 como um indício de que o Nitrogênio é um nutriente limitante. A razão C:N encontrada no período inundado sempre se mostrou com valores superiores a 25, salvo na última coleta (final da etapa), aos 153 dias, quando a coluna d'água já havia declinado e se encontrava com apenas 20 cm. Esse padrão encontrado para o período com presença da coluna d'água sugere que os menores valores de N no tecido foliar é resultado de uma limitação por esse nutriente na coluna d'água e/ou sedimento. Análises da concentração de N nessas matrizes elucidarão essa proposta.

A concentração de polifenóis numa planta apresenta uma relação inversa ao seu consumo por organismos herbívoros, pois este composto afeta a palatabilidade do vegetal (Andersen, 1973). Os valores de polifenóis encontrados foram superiores aos obtidos em outras macrófitas, inclusive *Typha domingensis* em outros estudos (Thomaz e Esteves, 1984; Couto, 1989). Este fato pode ser atribuído a implementação de defesa frente à uma maior taxa de herbivoria, entretanto, esta hipótese deve ainda ser testada. O teor de polifenóis no período inundado foi em média superior ao período seco, mostrando que nessa etapa a planta investe ainda mais em defesa contra possíveis visitantes, apesar de ser menos nutritiva nesse período. A diminuição na concentração de polifenóis em ambos os períodos coincidiu com o início da senescência das folhas (observação pessoal).

Pelos dados de polifenóis obtidos nesse trabalho pode-se inferir que as folhas de *Typha domingensis* não constituem um substrato muito palatável aos herbívoros, informação comprovada em observações pessoais no campo, uma vez que não foram observadas folhas intensamente atacadas por outros animais que não o gado.

7.2 - Decomposição foliar de *Typha domingensis*

7.2.1 - Taxa de decomposição

Variações nas taxas de decomposição entre macrófitas podem ser atribuídas à diferenças no tipo biológico e fatores ambientais envolvidos (Chimney e Pietro, 2006). As taxas de decomposição encontradas nesse estudo ($k=0,0052 \text{ dia}^{-1}$ e $0,0078 \text{ dia}^{-1}$) são similares às obtidas por outros autores para macrófitas aquáticas emersas (Tabela 03). Algumas das variações podem ser atribuídas principalmente à diferenças metodológicas e fatores ambientais como temperatura, pH e concentração de nutrientes dissolvidos no corpo d'água, considerados determinantes na velocidade de degradação da matéria orgânica (Pompêo e Moschini Carlos, 2003).

Ao comparar o decaimento obtido neste estudo para o substrato de *Typha domingensis* nos dois estádios fenológicos com os valores de outros tipos biológicos de macrófitas, *Typha* apresenta uma taxa de decomposição mais lenta do que as flutuantes e submersas respectivamente. Diferenças nas taxas de decomposição

entre espécies têm sido atribuídas principalmente à variações estruturais e qualidade do litter (Godshalk e Wetzel, 1978).

A macrófita emersa *Typha domingensis* apresenta folhas muito lignificadas (Boyd, 1969), rígidas e pouco palatáveis devido a grande proporção de material refratário (Gonçalves Jr, 2004), o que justifica uma taxa de decomposição mais lenta em relação a outros tipos ecológico de macrófitas como submersas e flutuantes. Godshalk e Wetzel (1978) relacionam a taxa de decomposição de macrófitas e a concentração total de fibras no tecido com a variação nos valores da razão C:N. Pagioro (1998) associa razões C:N superiores em macrófitas emersas como *Typha domingensis*, justificando menores taxas de decomposição. Os resultados encontrados nesse estudo corroboram tais relações propostas (Figura 18c).

O estágio fenológico é um fator importante nos processos de absorção e liberação de nutrientes (Esteves e Nogueira, 1990). Nesse estudo, a variação no estágio fenológico foi determinante nas diferenças entre as taxas de decomposição encontradas para os dois substratos foliares de *T. domingensis*. Folha verde, substrato oriundo de folhas adultas do vegetal (> que 1 metro – Furtado, 1994), mostrou seu decaimento significativamente acelerado ($F=1926,4$; $p<0,05$) se comparado a folha seca, já em fase de senescência (mais de 50% da área foliar seca)(Figuras 18 e 22).

Estudos que possuem o foco na decomposição do detrito (folha seca) de plantas do gênero *Typha*, evidenciam as baixas concentrações de nutrientes encontradas, atestando baixa qualidade no “litter” (Welsch e Yavitt, 2003; Vilar, 2001, Corstanje *et al*, 2005). Bianchini Jr. (1999) relaciona a presença de grande proporção de material refratário ao detrito de macrófitas emersas (como *T.domingensis*) com menores taxas de decaimento. O conteúdo de lignina e celulose também se mostram superiores em folhas em senescência e, como já relatado por Cunha e Bianchini (2002), as frações estruturais têm sua mineralização de forma mais lenta e gradual. Visto que FS apresentou maior teor de C, polifenol, razão C:N em média superior ao de FV e menor concentração de P ao longo do experimento, uma menor taxa de decomposição encontrada para este substrato é justificada.

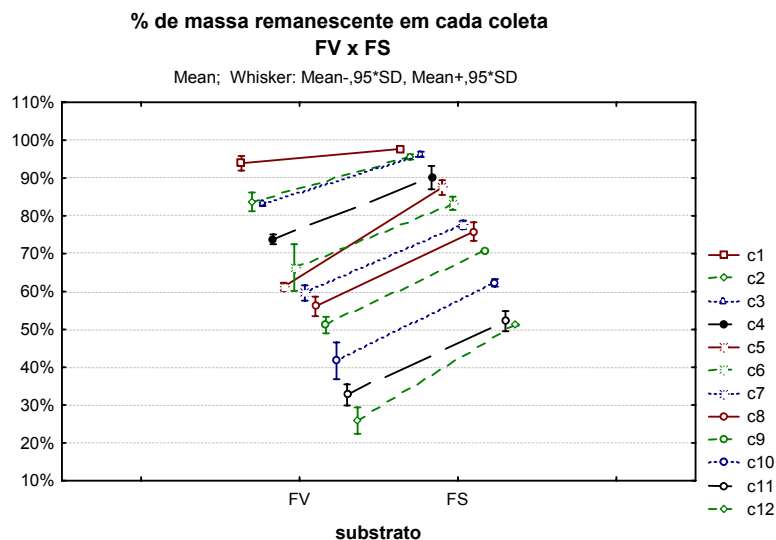


Figura 21 – Porcentagem de massa remanescente em cada coleta para os dois substratos (FV e FS). As barras equivalem aos desvios obtidos entre os valores das triplicatas de cada substrato.

Tabela 03: Referências de estudos com decomposição de macrófitas (emersas, flutuantes e submersas) com as respectivas taxas de decomposição(k) e meia vida (t_{50}), obtidas segundo equação exponencial simples (Olson, 1963). (*) foram colocados quando o artigo não especificou a natureza do substrato em *Typha*.

Espécie	Tipo ecológico	Tratamento	k (g.dia ⁻¹)	t ₅₀	Referência
<i>Typha domingensis</i> (Pers) FV	Emersa	Liter bags (2mm)	0,0078	89	Este Estudo
<i>Typha domingensis</i> (Pers) FS	Emersa	Liter bags (2mm)	0,0052	133	Este Estudo
<i>Typha domingensis</i> (Pers) FS	Emersa	Litter bags (20x20cm) 3mm Pedaços de folhas com 10cm	0,0047	146	Chimmey e Pietro, 2006
<i>Typha orientales</i> FS	Emersa	Litter bags de (20x25cm)	0,0086	81	Janssen e Walker, 1999.
<i>Typha domingensis</i> (Pers) FS	Emersa	Litter bags (0,20x0,20cm) 1mm Verão - sítio I	0,0058	120	Couto, 1989
<i>Typha domingensis</i> (Pers) FS	Emersa	Litter bags (0,20x0,20cm) 1mm Verão – sítio III	0,0063	110	Couto, 1989
<i>Typha domingensis</i> (Pers) FS	Emersa	Litter bags (0,20x0,20cm) 1mm Inverno – sítio I	0,0046	85	Couto, 1989
<i>Typha domingensis</i> (Pers) FS	Emersa	Litter bags (0,20x0,20cm) 1mm Inverno – sítio III	0,0043	68	Couto, 1989

<i>Typha elephantina</i> (*)	Emersa	Litter bags (20x20cm) 1mm	0,0044	159	Sharma e Gopal, 1982
<i>Typha latifolia</i> (*)	Emersa	Litter bags	0,0072	96	Boyd, 1970
<i>Polygonum ferrugineum</i> (FS)	Emersa	Litter bags (20x30cm) 2 mm	0,0039	178	Esteves e Barbieri, 1983
<i>Eichhornia crassipes</i> (FS)	Flutuante	Litter bags (20x20cm) 3mm	0,0170	41	Chimney e Pietro, 2006
<i>Pistia stratiotes</i> (FS)	Flutuante	Litter bags (20x20cm) 3mm	0,0460	15	Chimney e Pietro, 2006
<i>Eichhornia azurea</i> (*)	Flutuante	Folhas livres em local controlado	0,0048 - 0,0055	126	Pagioro e Thomaz, (1998)
<i>Egeria densa</i> (FV)	Submersa	Litter bags (15x15cm), 2 mm	0,042- 0,077	9 - 17	Fonseca, 2006
<i>Ceratophyllum demersum</i> (FS)	Submersa	Litter bags (20x20cm) 3mm	0,0637	11	Chimney e Pietro, 2006

7.2.2 - Concentração inicial de nutrientes

Os valores iniciais encontrados nesse trabalho para a concentração dos nutrientes analisados são condizentes com os encontrados por Esteves (2006) para a mesma espécie, no mesmo local de estudo. As concentrações iniciais dos nutrientes analisados em *T.domingensis* na lagoa do Campelo também são similares às concentrações obtidas por Duarte (1991), para macrófitas emergentes e Chimney & Pietro (2006), que trabalharam com decomposição de *Typha domingensis* em alagado no sul dos USA. Os valores iniciais de carbono nesse estudo foram de 385 e 445 mg.g⁻¹PS para folha verde e seca respectivamente, muito próximos aos encontrados por Esteves (2006). Fósforo segue o padrão de concentração de acordo com o estágio fenológico obtido por Esteves e Nogueira (1990), com concentração superior para folhas verdes comparando-se às em fase de senescência.

As concentrações iniciais de nitrogênio apresentaram um padrão contrário ao obtido por Esteves e Nogueira (1990). Segundo os autores, o teor de nitrogênio em folhas adultas foi superior às folhas em fase de senescência. Nesse estudo, FV apresentou concentração inicial de 165 mg.g⁻¹.PS e FS 355 mg.g⁻¹.PS. A concentração de N inferior em folhas verdes pode estar relacionada a vários fatores como translocação de N para outras partes da planta, como rizoma, ou mesmo a diferença hídrica encontrada entre as regiões do banco de *Typha*, de onde foram coletadas as matrizes. A região do estande mais próxima a região limnética da lagoa

apresentava coluna d'água e apenas folhas verdes existiam nesse local, enquanto as folhas secas, coletadas nesse mesmo banco da macrófita, situavam-se predominantemente na região a margem, com ausência total de coluna d'água. Desta forma, as concentrações iniciais nos substratos para decomposição são comparáveis àqueles obtidos em folhas que cresceram em fase seca (maior concentração) e inundada deste trabalho. Apesar da diferença na concentração de nitrogênio, este fator sozinho não foi determinante na tendência de degradação mais lenta das folhas senescentes.

Os valores iniciais para polifenóis foram em média superiores à outros estudos com macrófitas. Thomaz e Esteves (1984) encontraram valores médios de 2,7u.D.O para *T.domingensis* na lagoa do Campelo, mesmo local do presente estudo. Couto (1989) registrou valores médios de 4 u.D.O para *Typha domingensis* em um sistema lagunar no estado do Rio de Janeiro. Teores elevados de polifenóis sugerem afastamento de herbívoros devido palatabilidade (Anderson, 1973). Embora folha verde tenha apresentado valores superiores desse composto em comparação com folha seca, a rápida perda inicial devido a lixiviação não permitiu que polifenóis retardassem o processo de decomposição em folhas verdes.

Sob uma análise geral do processo, folha verde diferiu significativamente ($p < 0,05$) de folha seca na concentração inicial dos nutrientes analisados, sugerindo uma diferença na qualidade do "litter" e conseqüentemente, diferenças nas taxas de decomposição e liberação dos nutrientes.

7.2.3 - Liberação e/ou acúmulo de nutrientes

A seqüência de perda no processo de decomposição é influenciada por processos depletivos (o nutriente é liberado durante a decomposição da matéria orgânica) ou acumulativos (o nutriente é incorporado pela atividade microbiana), que ocorrem simultaneamente (Bianchini Jr, 1999). Assim, nem sempre a perda de um nutriente é diretamente proporcional à queda dos valores de peso seco e sua concentração pode aumentar ou diminuir durante o processo de decomposição. Swift *et al.* (1979) também propôs que a relação entre velocidade de perda de biomassa e nutrientes pode seguir duas tendências: nutrientes com perdas igual ou menor à biomassa tendem a ser liberados por processos lentos (fragmentação e catabolismo) e nutrientes com maiores perdas que a biomassa são liberados por

processos rápidos como lixiviação. Sob esse enfoque pode-se explicar a ausência de correlação entre perda de massa e alguns nutrientes, observada neste estudo para P (FV) e C e N (FS).(Figura 22).

A dinâmica do N em FV seguiu uma tendência comumente registrada em outros estudos (Esteves e Barbieri,1983, Couto, 1998, Brum, 2001, Vilar, 2001, Fonseca, 2004) que mostra uma queda inicial nos 5 primeiros dias, seguida de incremento do nutriente. Em FS foram observadas oscilações entre perda e ganho de N até 100 dias. Após este período, houve a manutenção de um ligeiro incremento. Neely e Davis (1985) encontraram maiores valores de incremento em N durante a decomposição de “*litter*” de melhor qualidade, isto é, mais rico em nutrientes, o que explicaria um aumento menor no teor de N em folha seca, obtido nesse estudo. Em contrapartida, Pagioro (1998) observou decréscimo na concentração de nitrogênio no detrito durante o processo de decomposição.

O incremento em N é comumente associado à colonização de microorganismos, principalmente bactérias aderidas ao detrito. De acordo com Iversen (1973) bactérias apresentam um alto teor de nitrogênio, além de excretarem compostos nitrogenados. Kaushik and Hynes (1971) relacionam o acúmulo de N durante a decomposição devido ao excesso de demanda microbiana por esse elemento (consumo de luxúria).

A dinâmica de C em FV acompanhou a perda de massa, sugerindo que a perda de carbono se dá por processos gradativos e lentos. A razão C:N, fortemente influenciada pelos valores de N no detrito, apresentou valores inferiores a 29 em todo o estudo, salvo uma coleta para cada substrato. Esteves e Barbieri (1983) utilizaram o parâmetro razão C:N inferior a 29 para substratos amplamente utilizados por microorganismos. *T.domingensis* apresenta folhas coriáceas e lignificadas e ainda assim, sob análise da razão C:N, seu substrato pode ser um bom recurso alimentar aos microorganismos.

Durante a fase inicial do experimento (primeiros 10 dias) houve uma diminuição na concentração de fósforo no detrito de FV e FS, explicada pela alta solubilidade desse nutriente e conseqüente lixiviação. Perdas de fósforo na fase inicial de decomposição também foram verificadas por Villar (2001) numa porção do rio Paraná na Argentina e Pagioro (1998) também numa porção do rio Paraná em território brasileiro. Depois desse período, um acentuado incremento nos teores de P foi observado até os dias finais de coleta, em ambos os substratos. Os elevados

valores de P remanescente são atribuídos à colonização por microorganismos como algas e bactérias (Esteves e Barbieri, 1983; Brum 2001) e/ou imobilização desse nutriente sob forma orgânica (Bianchini Jr.1999). Os valores de P remanescente encontrados nesse estudo foram superiores aos encontrados por Couto (1989), Wrubleski *et al* (1997), Villar (2001) e Xie (2004). Neely e Davis (1985) encontraram porcentagem de P remanescente mais elevada em ambientes enriquecidos nutricionalmente. Estudos de Crespo (2003) e Esteves (2005), demonstram que a coluna d'água (nutrientes totais) e o sedimento, especialmente aqueles próximo aos bancos de macrófita, da lagoa do Campelo apresentam características de ambientes eutrofizados, sugerindo que esta característica pode ter sido determinante na concentração de fósforo no material remanescente.

Os valores iniciais de polifenóis encontrados no detrito são considerados muito acima ao fixado como limite de acesso a organismos, incluindo decompositores (valor limite = 1,0 u.D.O. segundo Heath & Arnold, 1966 e Anderson, 1973). Mesmo com valores iniciais elevados, os polifenóis foram liberados na água num curto período de tempo e pode-se indicar que essas substâncias não tiveram grande influência sobre a velocidade de decomposição.

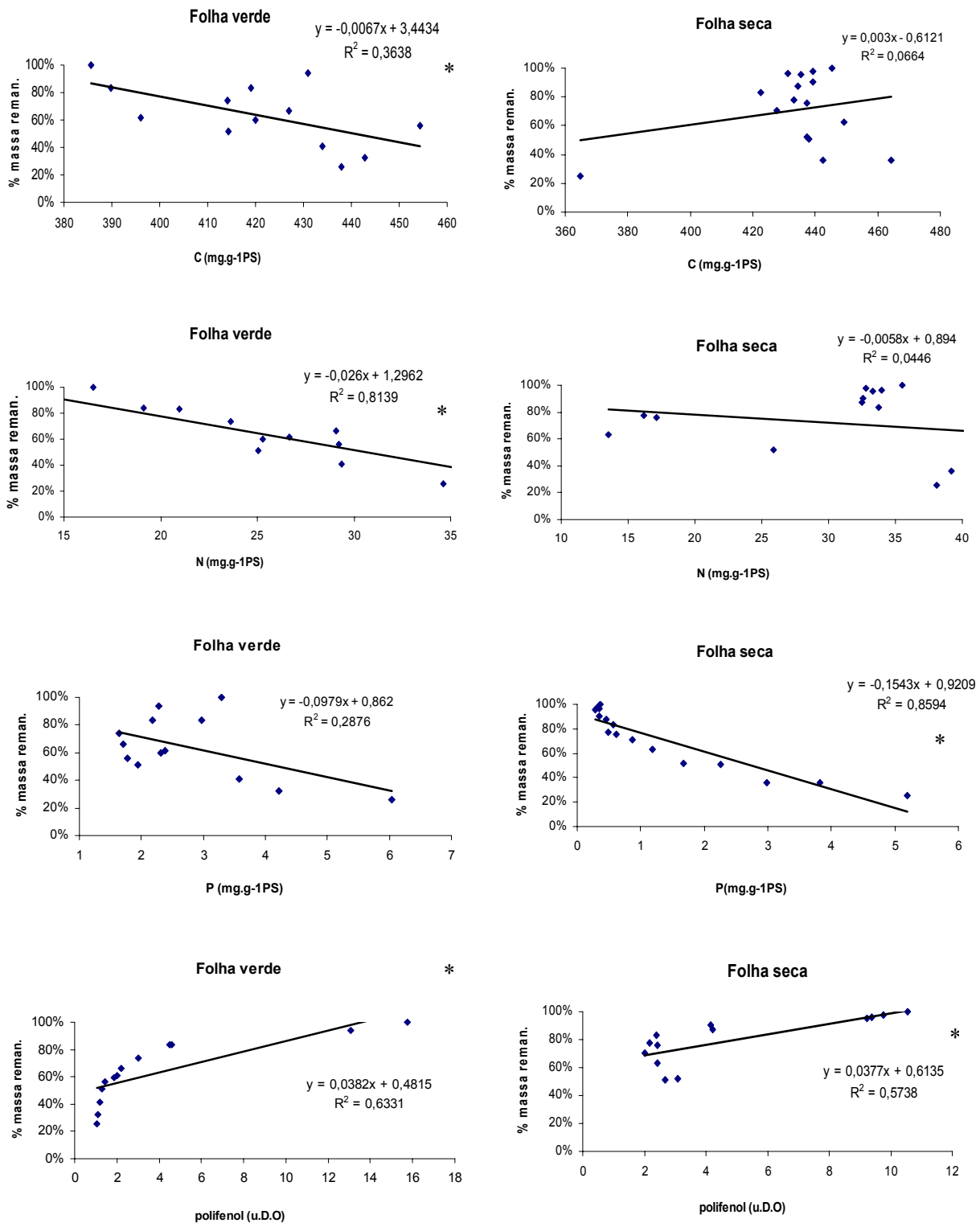


Figura 22 – Regressão entre a concentração de C, N, P e polifenol e o percentual de massa remanescente dos sacos de decomposição para cada substrato (FV e FS) mostrando a equação da reta e o r^2 . Diferenças significativas (nível de significância de 0,05) estão assinaladas com *.

8- Considerações Finais e Perspectivas

Produção

_ No período inundado *T.domingensis* apresentou maior altura média das folhas e maior incremento em biomassa do que no período seco.

_ Os teores de N e P foram em média inferiores no período inundado, enquanto que a concentração de C mostrou-se superior nesse mesmo período. Foi sugerido um efeito diluidor desses nutrientes com o aumento da biomassa, verificada na presença de coluna d'água.

_ A concentração de polifenóis tende a acompanhar a velocidade metabólica do vegetal, com aumento e ápice da concentração na idade adulta e tendência a declinar com a senescência. As folhas do período inundado alcançaram valores superiores para polifenóis.

_ Os dados obtidos tanto para biometria e biomassa da planta quanto para concentração de nutrientes fazem com que a Hipótese nula seja rejeitada.

Perspectivas Produção

- Avaliar a densidade dos rametes por unidade de área sob dois regimes hidrológicos a fim de substanciar a discussão sobre diferenças no crescimento e alocação de biomassa.

- Avaliar nutrientes como N e P da coluna d'água e do sedimento para que o ciclo desses nutrientes entre sedimento-planta-coluna d'água seja mais detalhado.

- Avaliar o conteúdo de nutrientes nas partes subterrâneas da planta nas diferentes fases do ciclo hidrológico, a fim de avaliar o papel deste compartimento sobre a translocação e influências sobre o crescimento da porção aérea.

Decomposição

- Folhas verdes e secas apresentam o mesmo padrão de perda de massa, porém as folhas de *Typha domingensis* enquanto adultas (FV) perdem mais massa e conseqüentemente apresentam uma maior taxa de decomposição. A maior qualidade nutricional de FV pode ser apontada como a responsável pelos diferentes

coeficientes de decomposição encontrados nesse estudo. O nitrogênio seria a exceção ao atestado de qualidade nutricional, visto que se mostrou inferior em FV.

- As variações nas concentrações de N e P no detrito de FV e FS comportaram-se de forma semelhante no decorrer do período. Houve uma ligeira queda inicial sucedida de incremento, sendo este mais acentuado para fósforo. O aumento de Nitrogênio foi mais efetivo em folha verde. Já o P mostrou-se mais adsorvido a folha seca.

- Embora compostos húmicos como polifenóis sejam considerados inibidores da ação de microorganismos, estes foram lixiviados num curto período de tempo aparentando não influenciar a taxa de decomposição do *litter* em ambos substratos.

- Os dados obtidos tanto para taxa de decomposição e meia vida, quanto para acúmulo e/ou liberação de nutrientes nos dois tipos de substratos (FV e FS) fazem com que a Hipótese nula também seja rejeitada no experimento de decomposição.

Perspectivas Decomposição

- Avaliação de outros nutrientes como carboidrato, proteína, lipídios e compostos recalcitrantes como lignina contribuiriam para maiores esclarecimentos do padrão de assimilação e/ou liberação dos elementos para coluna d'água.
- Avaliação dos organismos que participam do processo: invertebrados e outros microorganismos.

9- Referências Bibliográficas:

- Amado, A.M., Esteves, F.A., Figueiredo-Barros, M.P., Santos, A.M., (2005). Short-term and seasonal effects of water level variations on *Eleocharis interstincta* (VAHL) nutrient content in a tropical coastal lagoon. *Acta Limnol. Bras.*, 17(1): 91-99.
- Andersen, J.M. (1975) Na ignition method for determination of total phosphorus in lake sediments. *Water Research* 10:329-331.
- Anderson, J. M., (1973). The breakdown and decomposition of sweet chestnut (*Castanea sativa MILL*) and beech (*Fagus sylvatica L.*) leaf litter in two deciduous woodland soils. II. Changes in the carbon and polyphenol content. *Oecologia*, 12: 275-288.
- Asaeda, T., Manatunge, J., Roberts, J.; Hai, D. N. (2005). Seasonal dynamics of resource translocation between the aboveground organs and age-specific rhizome segments of *Phragmites australis*. *Environmental and Experimental Botany*, In Press Corrected Proof.
- Battle, J.M., Mihuc, T.B. (2000). Decomposition dynamics of aquatic macrophytes in the lower Atchafalaya, a large floodplain river. *Hydrobiologia* 418, 123–136
- Bianchini Jr ,I. (2003) Modelos de crescimento e decomposição de macrófitas aquáticas In: Thomaz, S.M; Bini, L.M. 2003. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*, 85-126
- Bianchini Jr., I. (1999). Aspectos do processo de decomposição nos ecossistemas aquáticos continentais. In: Pompêo, M.L.M. (Ed.). *Perspectivas da Limnologia no Brasil*. São Luís: União. 21-43.
- Boyd, C.E., (1969). Amino acid, protein, and caloric content of vascular aquatic macrophytes. *Ecology*, vol 51, n5: 902-906.
- Boyd, C.E., (1970). Production, mineral accumulation and pigment concentrations in *Typha latifolia* and *Scirpus americanus*. *Ecology*, 51: 285-290.
- Brock, Th.C.M.; Bongaerts, M.C.M.; Heijnen, G.J.M.A & Heijthuijsen, J.H.F.G. (1983) Nitrogen and phosphorus accumulation and cycling by *Nymphoides peltata* (GMEL.) O. Kuntze. (Menyanthaceae). *Aquatic Botany*, Amsterdam, 17:189-214.
- Brum, P. R. & Esteves, F. A. (2001) Dry weight loss and chemical changes in the detritus of three tropical aquatic macrophyte species (*Eleocharis interstincta*, *Nymphaea ampla* and *Potamogeton stenostachys*) during decomposition. *Acta Limnologica Brasiliensis* 13(1): 61-73.

- Chagas, G.G., (2005). Produção primária da macrófita aquática submersa *Egeria densa* na lagoa do Campelo, RJ - Variação sazonal e produção diária. Dissertação de mestrado. UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 65p.
- Chimney, M.J., Pietro, K.C., (2006). Decomposition of macrophyte litter in a subtropical constructed wetland in south Florida (USA). *Ecological Engineering*, n27, 301-321.
- Coops, H., van den Brink, F.W.B., van der Velde, G., (1996). Growth and morphological responses of four helophyte species in an experimental water-depth gradient. *Aquatic Botany*, 54, p11-24.
- Corstanje, R., Reddy, K.R.; Portier, K.M. (2005). *Typha latifolia* and *Cladium jamaicense* litter decay in response to exogenous nutrient enrichment. *Aquatic Botany*, In Press, Corrected Proof.
- Couto, E.C.G. (1989). Produção, decomposição e composição química de *Typha domingensis* Pers. (Typhaceae) no sistema lagunar de Guarapina, Rio de Janeiro. *Tese de doutorado*, Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense. 249p.
- Crespo, M. C. R. (2003) Hidroquímica, composição química do sedimento e da macrófitas aquáticas submersas da lagoa do Campelo, Campos dos Goytacazes-São Francisco do Itabapoana, RJ. Tese de mestrado. Campos dos Goytacazes – RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 89p
- Cunha-Santino, M. B. & Bianchini Jr., I. (2002) Humic substance mineralization in a tropical oxbow lake (São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia*. 468: 33-43.
- Davis, S.M., (1991). Growth, decomposition and nutrient retention of *Cladium jamaicense* Crantz and *Typha domingensis* Pers in the Everglades. *Aquatic Botany*, 40, 203-224.
- Deegan, B.M., White, S.D., Ganf, G.G., (2007). The influence of water level fluctuations on the growth of four emergent macrophyte species. *Aquatic Botany*, 86: 309-315.
- Duarte, C. M., (1992), Nutrient concentration of aquatic plants: Patterns across species. *Limnol. Oceanogr.*, 37: 882-889.
- Enrich-Prast, A., Esteves, F.A., (2005). Flood pulse influence and anthropic impact on the chemical composition and energy content of *Oryza glumaepatula* in an Amazonian lake. *Braz. J. Biol.*, 65(3): 451-458.

- Esteves, B.S. (2006). Biomassa, Produtividade primária e composição nutricional de *Typha domingensis* Pers na Lagoa do Campelo, RJ – Dissertação de Mestrado, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ. 72p.
- Esteves, F. A. e Barbieri, R. (1983) Dry weight and chemical changes during decomposition of tropical aquatic macrophytes in Lobo Reservoir, SP, Brasil. *Aquat. Bot.*, 16: 285 - 295.
- Esteves, F. A. e Camargo, A. F. M. (1986). Sobre o papel das macrófitas aquáticas na estocagem e ciclagem de nutrientes. *Acta Limnol. Brasil.* 1: 273-298.
- Esteves, F. A. e Nogueira, F.M.B. (1990) Principais componentes químicos e conteúdo energético da macrófita aquática *Nymphaea ampla* D.C., em função de seu estágio fenológico. *Ciência e Cultura*, 42(12):1187-1191.
- Esteves, F. A. e Tomaz, S. M., (1990) Temporal variation of energy of two species of tropical aquatic macrophytes. *Rev. Brasileira de Biologia*. Rio de Janeiro, 50 (4): 957-962.
- Esteves, F.A. (1998). *Fundamentos de Limnologia*, 2ªed. Interciência, Rio de Janeiro, 602.
- FIDERJ. (1978). Indicadores climatológicos do estado do Rio de Janeiro. Série SIPE. Rio de Janeiro, 155.
- Fonseca, M.N. (2006) Decomposição da macrófita aquática submersa *Egeria densa* Planchon (Hydrocharitaceae) na Lagoa do Campelo, RJ. – Monografia, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ. 40p
- Furtado, A. (1994) Contribuição das macrófitas aquáticas *Typha domingensis* Pers (Typhaceae) e *Eleocharis cf. fistulosa* (Poir) Link (Cyperaceae) para o estoque de nutrientes e energia da Lagoa Imboassica (Macaé, RJ). Dissertação de Mestrado, PPGE, UFRJ, Rio de Janeiro, 104p.
- Furtado, A. e Esteves, F.A.(1996). Organic compounds, nutrients e energy of two tropical aquatic macrophytes. *Arq. Biol. Technol.*,39(4):923-931.
- Godshalk, G. L.; Wetzel, R. G. (1978) Decomposition of aquatic angiosperms. I. dissolved components. *Aquatic Botany*, 5: 281-300.
- Gonçalves Jr., J. F.; Santos, A. M. & Esteves, F. A. (2004) The influence of the chemical composition of *Typha domingensis* and *Nymphaea ampla* detritus on invertebrate colonization during decomposition in a Brazilian coastal lagoon. *Hydrobiologia* 527: 125-137.

- Grace, J.B., (1989). Effects of water depth on *Typha latifolia* and *Typha domingensis*. Amer. J. Bot. 76(5): 762-768.
- Heath, G.W. and Arnold, M., 1966. Studies in leaf-litter breakdown. II. Breakdown rate of sun and shade leaves. Pedobiologia, 6: 238-243.
- Hoene, F.C. (1948). Plantas aquáticas. Secretaria da Agricultura. São Paulo. 168.
- Howard-Williams, C. & Junk, W. J. (1977). The chemical composition of Central Amazonian aquatic macrophytes with special reference to their role in the ecosystem. Arch. Hydrobiol., Stuttgart, 79 (4): 446-464, may.
- Iversen, T. M.(1973) Decomposition of autumn-shed beech leaves in a springbrook and its significance for the fauna. Arch. Hydrobiol. 72:305-312.
- Janssem, M.A., Walker, K.F., (1999). Processing of riparian and wetland plant litter in the River Murray, South Austrália. Hydrobiologia 411, 53-64.
- Joly, A. B. (1998). Introdução à taxonomia vegetal, Editora Nacional, 12 edição.
- Kaushik, N. K. & Hynes, H. B. N.(1971) The fate of dead leaves that fall into streams. Journal of Ecology. 56: 229-243.
- King, H.G.C., Heath, G.W., (1967). The chemical analysis of small samples of leaf material and the relationship betowen the desapareance and composition of leaves. Pedobiol. 7: 192-197.
- Lannes, L.S. (2004). Avaliação de pequenos lagados artificiais na modificação da qualidade da água utilizando a macrófita aquática *Typha domingensis* Pers. Dissertação de Mestrado, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ. 67p.
- Larcher, W. (2000). Ecofisiologia Vegetal, São Carlos, RiMA.
- Lopes-Pereira, C. (1998). Redução das concentrações de nitrogênio e fósforo dos efluentes domésticos lançados na Lagoa de Imboassica, através de uma região colonizada por macrófitas aquáticas. In: Esteves, F.A. Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé (RJ). NUPEM/UFRJ. Rio de Janeiro. 464p. Cap.6.1. p. 375-389.
- Lopez-Pereira, C. (1995) O papel de uma região colonizada por macrófitas aquáticas na depuração de efluentes domésticos na lagoa de Imboassica (Macaé/RJ). Rio de Janeiro, UFRJ. Dissertação de Mestrado. 85p.
- Lorenzen, B., Brix, H., Mendelssohn, I.A., McKee, K.L., Miao, S.L., (2001) Growth, biomass allocation and nutrient use efficiency in *Cladium jamaicense* and *Typha domingensis* as affected by phosphorus and oxygen availability. Aquat. Bot. 70, 117-133.

- Mauchamp, A., Blanch, S., Grillas, P., (2001). Effects of submergence on the growth of *Phragmites australis* seedlings. *Aquatic Botany*, 69: 147-164.
- Mellito, J.M e Aber, J.D. (1984). Nutrient immobilization in decaying litter: an example of carbon-nutrient interactions. In: Cooley, JH e Golley, FB. *Trends Ecological research for the 1980s*. Plenum Press, 344p.
- Melo, S e Suzuki, M.S. (1998) Variações temporais e espaciais do fitoplâncton das lagoas de Imboassica, Cabiúnas e Comprida. In: Esteves, F.A. (Ed) *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé (RJ)*. NUPEM/UFRJ. Rio de Janeiro. 464p. Cap.4.3 p.177-203.
- Menezes, C.F.S. (1984). Biomassa e produção primária de três espécies de macrófitas aquáticas da represa do Lobo (Broa),SP. Dissertação de Mestrado, PPG/ERN, UFSCar, São Paulo, 253p.
- Miao, S.L., Newman, S., Sklar, F.H. (2000). Effects of habitat nutrients and seed sources on growth and expansion of *Typha domingensis*. *Aquatic Botany* 68: 297-311.
- Mitsh, W. J. & Gosselink, J. G. (2000) *Wetlands*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 920p.
- Neely, R.B., Davis, C.B., (1985). Nitrogen and phosphorus fertilization of *Sparganium eurycarpum* Engelm. and *Typha glauca* Godr. stands. II. Emergent plant decomposition. *Aquat. Bot.* 22, 363-375.
- Newman, S.; Schuette, J.; Grace, J. B.; Rutchey, K.; Fontaine, T.; Reddy, K. R.; Pietrucha, M. (1998). Factors influencing cattail abundance in the northern Everglades. *Aquatic Botany* 60 (3): 265-280
- Nogueira, F.M.B. (1989). Importância das macrófitas aquáticas *Eichornia azurea* Kunth e *Scirpus cubensis* Poepp e Kunth na ciclagem de nutrientes e nas principais características limnológicas da lagoa do infernã (SP). Dissertação, PPG/ERN, UFSCar, São Paulo, 147p.
- Olson, J. S. (1963) Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, vol.4, n2.
- Pagioro, T. A. & Thomaz, S. M. (1998) Loss of weight and concentration of carbon, Nitrogen and Phosphorus during decomposition of *Eichornia azurea* in the floodplain of the upper Paraná river, Brazil. *Rev. Brasil. Biol.*, 58(4): 603-608.
- Palma-Silva, Cleber, (1998). Crescimento e produção de *Typha domingensis* (Pers) na lagoa de Imboassica In: Esteves, F.A. (Ed) *Ecologia das Lagoas Costeiras do*

- Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé (RJ). NUPEM/UFRJ. Rio de Janeiro. 464p. Cap.4-4.4, p 205 – 209.
- Palma-Silva, Cléber, (1999). Ecologia de macrófitas aquáticas em uma lagoa costeira sujeita a impactos antrópicos (lagoa Imboassica, Macaé, RJ). *Tese de doutorado*, Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 153p.
- Pompêo, M.L.M.; Moschini-Carlos, V. (2003). *Macrófitas aquáticas e perifiton, aspectos ecológicos e metodológicos*. São Carlos: RiMa.134.
- Raven, J.A. (1994) Photosynthesis in aquatic plants. In: Ecology of Photosynthesis. Pp.299-318. Schuze, E.D. and Caldwell, M., Eds., Springer-Verlag, Berlin.
- Rubim, M. A. L. (1995) Ciclo de vida, biomassa e composição química de duas espécies de arroz silvestre da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Manaus, INPA, 126 p.
- Santos, A.M., (1999). Produção, densidade e biomassa da macrófita aquática *Eleocharis intersticta* (Vahl) na lagoa de Jurubatiba (Macaé/RJ) – Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. 43p
- Santos, A.M., Esteves, F.A. (2004). Influence of water level fluctuation on the mortality and aboveground biomass of the aquatic macrophyte *Eleocharis interstincta* (VAHL) Roemer et Schults. *Brazilian Archives of Bio. And Tech.* Vol 47, n.2: 281-290.
- Santos, A.M.; Esteves, F.A. (2002). Primary production and mortality of *Eleocharis interstincta* in response to water level fluctuations. *Aquatic Botany* 74: 189-199.
- Scheffer, M. (2001). Ecology of shallow lakes. 2ª Ed. Population and community biology series 22. *Kluwer Acad. Publ.* 357 p.
- SEMADS. (2002). Atlas das Unidades de Conservação da Natureza do Estado do Rio de Janeiro. Metalivros. São Paulo.
- Sharma, K.P., Gopal, B., (1982). Decomposition and nutrient dynamics in *Typha elephantina* Roxb. Under different water regimes. In: Gopal, B., Turner, R.E., Wetzel, R.G., Whigham, D.F. (Eds), *Wetlands: Ecology and Management*. UNESCO, pp.279-292.
- Shutes, R.B.E. (2001) Artificial wetlands and quality improvement. *Environment International*. 26, 441-447.

- Stefan, E.B., Weisner, A., Miao, S.L., (2004) Use of morphological variability in *Cladium jamaicense* and *Typha domingensis* to understand vegetation changes in an Everglades marsh. *Aquatic Bot.* 78, 319-335
- Swift, M. J., O.W. e Anderson, J.M. (1979) Decomposition in terrestrial ecosystems. Blackwell Scientific Publications, Oxford, Inglaterra.
- Teixeira, G.M. (1993). Aspectos ecológicos e do desenvolvimento e viabilidade de aproveitamento de *Typha domingensis* Pers no perímetro irrigado do Moxotó Ibimirim / PE. Dissertação de Mestrado, UFRPE, Recife, 153 p.
- Thomaz, S. M. (1995) Produção secundária, biovolume, abundância e biomassa da comunidade de bactérias perifíticas associadas aos detritos de *Typha domingensis* (Pers) na lagoa de Imboassica / RJ. Tese de doutorado, PPGERN, São Carlos, SP, 143p
- Thomaz, S.M.; Esteves, F.A. (1984). Estudo da biomassa de algumas espécies de macrófitas aquáticas tropicais quanto ao seu valor nutritivo. *An. Sem. Reg. Ecol.* 4: 439-467.
- Thomaz, S.M.; Pagioro, T. A.; Padial, A. A.; Carvalho, P. (2003). Decomposição das Macrófitas aquáticas e sua relação com o pulso de inundação In: Henry, R. (Ed.) *Ecótonos nas interfaces dos Ecossistemas Aquáticos*, 2003. São Carlos. RIMA, p. 195-211
- Titus, J. E.; Pagano, A. M. (2002) Decomposition of litter from submersed macrophytes: the indirect effects os high [CO₂]. *Freshwater Biology*, 47: 1367-1375.
- Villar, C. A.; Cabo, L.; Vaithyanathan, P.; Bonetto, C. (2001) Litter decomposition of emergent macrophytes in a floodplain marsh of the Lower Paraná river. *Aquatic Botany*, 70: 105-116.
- Welsch, M., Yavitt, J.B. (2003). Early stages of decay of *Lythrum salicaria* L and *Typha latifolia* L. in a standing-dead position. *Aquatic Botany*, 75: 45-57.
- Wetzel, R. G. (1990). Detritus, macrophytes and nutrient cycling in lakes. *Mem. Ist. Ital. Hidrobiol. Dott. Marco di Marchi*, 47:233-249.
- Wetzel, R. G., (1993). *Limnologia*. 2 ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 919p.
- Wieder, R.K.; Lang, G. E., (1982) A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology*, 63 (6): 1636-1642.

- Wrubleski, D.A., Murkin, H.R., van der Valk, A.G., Nelson, J.W., (1997). decomposition of emergent macrophytes roots and rhizomes in a northern prairie marsh. *Aquatic Botany*, 58: 121-134.
- Xie, Y.; Yu, D.; Ren, B. (2004). Effects of nitrogen and phosphorus availability on the decomposition of aquatic plants. *Aquatic Botany* 80(1): 29-37.
- Zar, J.H. (1999). *Biostatistica analysis*, 4th Ed. Prentice Hall, New Jersey.
- Zozaya, I.Y.B., Neiff, J.J. (1991). Decomposition and colonization by invertebrates of *Typha latifolia* L. litter in Chaco cattail swamp (Argentina). *Aquatic Botany*, 40: 185-193.

10- Apêndices

Tabela 04: Valores do comprimento foliar (cm) obtidos nas 15 réplicas coletadas ao longo do período seco. Média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada dia de amostragem encontram-se abaixo na tabela.

Crescimento foliar (cm) - Período Seco										
repl/dias	0	4	6	13	20	27	37	54	70	84
1	18,2	37	48,7	63	71	76,1	95,5	86,7	89,3	94,2
2	16,1	36,6	36,2	76,7	79,5	86,3	80	86,3	86,2	90,3
3	16,4	36,3	51,4	63,6	80,2	78,7	75,1	91	94,1	88,9
4	19,5	32,1	54,5	69,5	53,6	58	85,6	84,5	85,4	99,1
5	16,4	24,7	37,5	73,3	93	71	85,7	85	70,1	90,2
6	19,2	29,7	41,2	45,9	79	82,7	87,5	89	92	84,6
7	17,1	28,7	45	52,2	56	59,6	105,8	95,5	109,3	86,4
8	16,2	35	25,4	59,7	71,7	55,4	98,3	95,5	85,6	91,6
9	19,5	40,9	65,6	54,5	76,3	92,5	76,7	80	89,6	87,3
10	18	29,6	56,4	56,4	70,2	58,3	81,3	75,1	84,9	87,4
11	20,4	36,2	47,2	37,2	55,5	49,5	91	85,6	105,4	88,4
12	17,6	28,5	43,7	50,1	73,1	93,6	84,5	85,7	88,2	91,5
13	16,7	20,1	36	64,5	62,1	61	85	87,5	86,9	97,4
14	16,4	23,7	39,2	34,7	70,3	60	89	115,8	88,1	89,6
15	17,2	26,2	39,1	51,4	59,8	89	95,5	98,3	98	93,4
media	17,66	31,02	44,47	56,85	70,09	71,45	87,77	89,43	90,21	90,69
sd	1,41	5,90	9,94	12,17	11,02	14,97	8,37	9,40	9,21	4,01
cv	8,0	19,0	22,4	21,4	15,7	21,0	9,5	10,5	10,2	4,4

Tabela 05: Valores do comprimento foliar (cm) obtidos nas 15 réplicas coletadas ao longo do período inundado. Média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada dia de amostragem encontram-se abaixo na tabela.

Crescimento foliar (cm) - Período Inundado							
repl/dias	0	8	21	34	47	75	104
1	22	48,7	79	145	188,5	164	215,1
2	18,1	51	95,7	125	144	211,5	191,3
3	18,4	51,4	103	173	173,5	178,5	188
4	19,5	54,5	91,2	157,5	176,5	194	202
5	16,4	37,5	93,7	171,7	137	202	191,3
6	19,2	41,2	96,3	172,7	171	200,5	186,1
7	17,1	45	72	167,5	182	214,5	203,3
8	17,2	38	105,5	159,8	172,5	198,5	198
9	19,5	55,6	93,2	174,1	186,5	183,5	171,5
10	23	56,4	98	131,3	130	185	194,7
11	21,4	47,2	93,2	163	162	190	165
12	17,6	43,7	88	170,2	152	197	204,5
13	18,7	42	93,5	174	203	157	192,2
14	22	39,2	76	145	143,5	156	187
15	17,2	55	85,4	115	151	218	206
media	19,15	47,09	90,91	156,32	164,87	190,00	193,07
sd	2,07	6,69	9,44	19,56	21,26	19,56	13,00
cv	10,8	14,2	10,4	12,5	12,9	10,3	6,7

Tabela 06: Valores da biomassa foliar (gramas), obtidos nas 15 réplicas coletadas ao longo do período seco. Média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada dia de amostragem encontram-se abaixo na tabela.

Biomassa seca (g) - Período Seco										
repl/dias	0	4	6	13	20	27	37	54	70	84
1	0,14	0,32	0,53	0,82	1,06	1,22	1,76	1,35	1,78	1,05
2	0,1	0,39	0,34	1,51	1,35	1,64	1,63	1,37	1,7	1,83
3	0,09	0,35	0,52	0,61	1,47	0,99	1,06	1,64	1,82	1,88
4	0,16	0,37	0,8	1,09	0,75	1,01	1,85	1,58	1,87	2,33
5	0,1	0,25	0,43	0,87	1,91	1,02	1,87	1,69	1,3	1,92
6	0,1	0,33	0,42	0,45	1,27	1,51	1,69	1,83	1,89	1,85
7	0,1	0,19	0,4	0,46	0,68	0,64	1,71	1,93	2,63	1,43
8	0,11	0,33	0,25	0,64	1,01	0,53	2,03	1,96	2	1,79
9	0,13	0,4	0,69	0,63	1,33	1,92	1,28	1,63	1,81	1,64
10	0,09	0,27	0,5	0,81	1,12	0,65	1,35	1,06	1,4	1,29
11	0,08	0,34	0,33	0,3	0,7	0,65	1,54	1,85	2,39	1,54
12	0,09	0,28	0,49	0,66	1,07	2,02	1,65	1,87	1,54	1,92
13	0,08	0,11	0,42	1	0,77	1,03	1,69	1,79	1,63	2,26
14	0,08	0,14	0,45	0,26	1,01	0,7	1,83	2,05	1,8	1,55
15	0,09	0,21	0,36	0,59	0,61	1,45	1,93	1,97	2,09	2,05
media	0,10	0,29	0,46	0,71	1,07	1,13	1,66	1,70	1,84	1,76
sd	0,02	0,09	0,14	0,32	0,35	0,48	0,26	0,27	0,34	0,35
cv	22,83	31,32	30,21	45,19	32,96	42,45	15,70	16,10	18,70	19,73

Tabela 07: Valores da biomassa foliar (gramas), obtidos nas 15 réplicas coletadas ao longo do período inundado. Média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada dia de amostragem encontram-se abaixo na tabela.

Biomassa seca (g) - Período Inundado							
repl/dias	0	8	21	34	47	75	104
1	0,20	0,37	1,06	2,04	4,3	2,21	3,54
2	0,13	0,42	1,27	1,41	2,18	5,61	2,03
3	0,14	0,54	1,4	3,77	4,91	3,7	5,26
4	0,17	0,39	1,29	2,86	3,22	4,23	5,53
5	0,08	0,39	1,29	3,14	1,9	3,78	4,32
6	0,16	0,29	1,03	2,95	3,43	5,34	4,68
7	0,10	0,51	0,95	3,85	3,93	5,29	3,99
8	0,11	0,39	1,43	3,03	3,65	5,08	3,70
9	0,14	0,39	1,2	3,97	4,3	4,01	3,76
10	0,22	0,60	1,48	2,9	2,34	3,09	4,69
11	0,20	0,40	1,2	3,32	2,22	4,5	2,48
12	0,10	0,28	1,23	2,85	2,97	3,38	5,97
13	0,12	0,38	1,52	3,65	5,81	4,11	3,52
14	0,20	0,40	1,88	2,56	2,34	3,19	3,04
15	0,09	0,71	1,9	3,01	2,64	5,11	4
media	0,14	0,43	1,34	3,02	3,34	4,18	4,03
sd	0,04	0,11	0,27	0,68	1,14	0,98	1,08
cv	31,46	26,48	20,47	22,55	34,09	23,53	26,89

Tabela 08: Valores médios da concentração dos nutrientes nas folhas coletadas durante o período seco (Pes) e inundado (Pel).

Dias	C (mg.g ⁻¹ PS)		N (mg.g ⁻¹ PS)		C:N (a)		P (mg.g ⁻¹ PS)		polifenóis (u.D.O)	
	Pes	Pel	Pes	Pel	Pes	Pel	Pes	Pel	Pes	Pel
0	398,70	419,30	24,70	16,90	18,83	28,95	4,99	2,76	7,16	15,07
4	377,60		26,00		16,94		4,82		8,24	
6	359,80		23,30		18,02		4,71		7,78	
8		420,00		11,10		44,14		1,80		14,38
13	360,50		20,90		20,12		3,38		9,31	
20	366,00		19,40		22,01		2,80		13,52	
21		395,50		9,20		50,15		1,50		15,34
27	372,50		18,60		23,36		2,59		11,89	
34		412,50		9,60		50,13		1,35		17,55
37	383,80		16,70		26,81		2,43		14,20	
47		429,20		10,20		49,09		1,36		16,80
54	406,80		13,50		35,16		1,93		18,05	
70	399,10		11,00		42,33		1,52		20,40	
75		418,00		18,90		25,80		0,90		13,63
84	397,80		7,00		66,30		0,88		17,47	
104		440,30		22,70		22,63		0,33		6,58

Tabela 09: Variação temporal do percentual de massa remanescente nas folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS). Os valores referem-se às médias das triplicadas (n=3) coletadas entre os dias 24/11/2004 e 05/08/2005 para cada substrato (folha verde e seca) e respectivos desvios.

% Massa Remanescente				
Dias		FV		FS
0	T0	100,00%	T0	100,00%
1	C1	93,89%±2,02%	C1	97,68%±0,16%
5	C2	83,72%±2,61%	C2	95,59%±0,75%
7	C3	83,09%±0,47%	C3	96,25%±0,75%
16	C4	73,78%±1,36%	C4	90,11%±3,27%
28	C5	61,26%±1,10%	C5	87,49%±2,04%
34	C6	66,35%±6,52%	C6	83,3%±1,86%
49	C7	59,62%±2,13%	C7	77,63%±1,18%
63	C8	56,08%±2,70	C8	75,87%±2,61%
83	C9	51,37%±2,60%	C9	70,64%±0,18%
96	C10	41,11%±6,08%	C10	62,82%±0,87%
124	C11	32,57%±3,00%	C11	52,03%±2,52%
153	C12	25,83%±4,76%	C12	51,09%±0,82%
187			C13	36,18%±8,21%
223			C14	35,96%±2,35%
250			C15	25,26%±9,22%

Tabela 10: Variação temporal da concentração de carbono (C), Nitrogênio (N) e razão C:N nas folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS). Os valores referem-se às médias das triplicadas (n=3) coletadas entre os dias 24/11/2004 e 05/08/2005 para cada substrato (folha verde e seca) e respectivos desvios.

coletas (dias)	C (mg.g ⁻¹ .PS)		N (mg.g ⁻¹ .PS)		C:N molar	
	FV	FS	FV	FS	FV	FS
0	385,60	445,40	16,50	35,50	27,26	14,64
1	431,00±5,23	439,3±2,23	9,53±1,14	32,76±1,47	53,26±6,62	15,66±0,72
5	389,76±8,57	435,35±19,16	19,1±0,44	33,3±0,07	23,8±0,25	15,28±0,90
7	419,15±9,97	431,2±5,39	20,95±0,49	34±0,93	23,35±1,11	14,91±1,33
16	414,23±2,35	439,3±4,56	23,63±2,58	32,6±1,13	20,59±2,04	15,71±1,60
28	396±6,90	434,4±8,07	26,66±0,81	32,5±0,75	17,33±0,52	15,6±0,21
34	427±13,08	422,56±5,66	29,06±0,64	33,73±0,49	17,15±0,89	14,61±0,40
49	420±3,05	433,05±1,63	25,3±1,48	16,15±4,17	19,41±1,29	32,34±8,24
63	454,26±11,47	437,43±6,69	29,23±0,61	17,13±1,07	18,13±0,77	29,84±1,48
83	414,35±17,04	427,8±5,37	25,05±0,21	41,1±2,55	19,3±0,96	12,16±0,60
96	433,9±6,79	449,3±7,78	29,35±0,21	13,5±5,09	17,24±0,15	41,93±16,49
124	442,8±2,10	437,35±1,77	40,6±3,10	25,9±12,45	12,66±1,20	22,29±10,79
153	437,9±2,60	437,9±0,10	34,6±2,40	41,1±0,10	12,72±0,05	12,43±0,01
187	-	442,60	-	39,2±1,10	-	13,2±0,50
223	-	464,20	-	41,1±2,80	-	13,25±1,59
250	-	364,70	-	38,1±1,80	-	11,16±0,49

Tabela 11: Variação temporal da concentração de Fósforo (P) nas folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS). Os valores referem-se às médias das triplicadas de amostras (n=3) coletadas entre os dias 24/11/2004 e 05/08/2005 para cada substrato (folha verde e seca) e respectivos desvios.

coletas (dias)	P (mg.g-1.PS)	
	FV	FS
T0	2,81±0,68	0,36±0,02
1	1,78±0,51	0,31±0,05
5	2,46±0,17	0,29±0,03
7	1,67±0,06	0,35±0,02
16	1,13±0,05	0,35±0,03
28	1,88±0,12	0,46±0,05
34	1,20±0,15	0,56±0,08
49	1,80±0,14	0,49±0,05
63	1,27±0,11	0,62±0,04
83	1,44±0,05	0,86±0,16
96	3,08±0,12	1,19±0,03
124	3,72±0,12	1,67±0,4
153	5,53±0,23	2,25±0,04
187	-	2,98±0,58
223	-	3,81±0,25
250	-	5,19±0,72

Tabela 12: Variação temporal na concentração de polifenóis nas folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS).

coletas (dias)	Polifenóis u.D.O.	
	FV	FS
0	15,76±0,03	10,54±0,79
1	13,04±0,69	9,76±1,14
5	4,58±0,75	9,23±0,14
7	4,48±1,40	9,39±0,03
16	3,02±0,12	4,16±0,69
28	2,02±0,03	4,23±0,75
34	2,21±0,79	2,39±0,09
49	1,87±1,14	2,17±1,40
63	1,44±0,14	2,42±0,12
83	1,3±0,17	2,07±0,03
96	1,2±0,99	2,41±0,17
124	1,1±0,44	3,1±1,60
153	1,04±0,37	2,67±0,86
187	-	-
223	-	-
250	-	-

Tabela 13: Variação temporal no percentual remanescente de carbono (C) e nitrogênio (N) ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS). Os valores referem-se às médias das triplicadas (n=3) coletadas para cada substrato e respectivos desvios.

coletas (dias)	% C remanescente		% N remanescente	
	FV	FS	FV	FS
0	100±0	100±0	100±0	100±0
1	104,87±1,8	96,89±0,42	54,31±7,76	90,68±4,44
5	85,59±1,79	94,31±3,6	98,03±3,06	90,39±2,26
7	90,93±2,55	93,65±1,3	106,2±2,06	92,66±9,82
16	79,99±0,75	89,67±4,29	106,55±10,11	83,57±4,55
28	63,32±0,58	86,19±3,03	99,64±2,07	80,9±3
34	73,4±6,48	79,68±2,92	116,94±12,6	79,77±1
49	65,19±2,28	75,35±0,13	91,92±8,82	35,23±8,91
63	66,08±1,9	75,18±1,32	99,47±5,72	36,91±1,18
83	55,43±1,67	68,53±0,11	78,34±1,52	82,58±4,22
96	46,58±0,41	63,41±2,02	73,64±0,03	23,83±8,66
124	36,98±5,3	51,5±2,5	68,36±4	38,75±20,4
153	29,51±7	51,41±0,82	63,24±5	59,93±0,1
187		36,02±8,42		39,8±7,81
223		37,61±0,71		41,9±5,83
250		23,84±1,88		31,37±3,87

Tabela 14: Variação temporal do percentual remanescente de fósforo (P) no detrito das folhas de *Typha domingensis* ao longo dos 153 dias de experimento para folha verde (FV) e 250 dias para folha seca (FS). Os valores referem-se às médias das triplicadas de amostras (n=3) para cada substrato (folha verde e seca) e respectivos desvios.

% P remanescente		
coletas (dias)	FV	FS
0	100±0	100±0
1	48,76±12,94	86,92±10,42
5	75,08±11,6	78,02±8,61
7	50,55±1,51	94,97±6,92
16	30,21±1,46	89,57±2,72
28	41,54±3,52	114,41±11,8
34	28,33±3,23	132,88±17,3
49	38,67±6,72	107,38±8,61
63	25,45±0,92	133,15±10,22
83	26,62±1	173,16±40,91
96	45,53±2,29	210,35±8,02
124	43,25±6	243,88±58,58
153	50,69±1,12	327,01±10
187		295±4,8
223		386,43±12,13
250		246,44±12,4