

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE

MESTRADO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE *Pleurotus ostreatus* EM RESÍDUOS DE *Bactris gasipaes* (PUPUNHEIRA)

MARIANA FALCÃO LEAL BROTERO DUPRAT

JOINVILLE

Maio, 2012

MARIANA FALCÃO LEAL BROTERO DUPRAT

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE *Pleurotus ostreatus* EM RESÍDUOS DE *Bactris gasipaes* (PUPUNHEIRA)

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos, na Universidade da Região de Joinville.
Orientadora: Dra. Elisabeth Wisbeck

JOINVILLE

Maio, 2012

Termo de Aprovação

“Estudo da produção de *Pleurotus ostreatus* em resíduos de *Bactris gasipaes* (Pupunheira)”

por

Mariana Falcão Leal Brotero Duprat

Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos, área de concentração Engenharia de Processos e Tecnologias Limpas e aprovada em sua forma final pelo Programa de Mestrado em Engenharia de Processos.

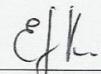


Prof. Dra. Elisabeth Wisbeck
Orientadora (UNIVILLE)

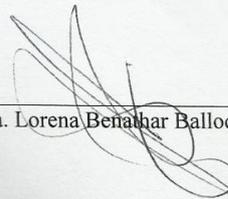


Prof. Dra. Ana Paula Testa Pezzin
Vice-Coordenadora do Programa de Mestrado em Engenharia de Processos (UNIVILLE)

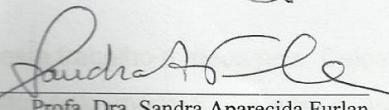
Banca Examinadora:



Prof. Dra. Elisabeth Wisbeck
Orientadora (UNIVILLE)



Prof. Dra. Lorena Benhar Ballod Tavares
(FURB)



Prof. Dra. Sandra Aparecida Furlan
(UNIVILLE)

Joinville, 31 de maio de 2012.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a meus pais, Celeste e Ernesto, pelo modelo que são e pelo apoio de sempre; a meu marido Manoel e a meus filhos, João e Frederico, pela paciência, pelos dias sem minha presença, pela tolerância; sem vocês eu nada seria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Dra. Elisabeth Wisbeck pelo apoio e orientação prestada durante a realização deste trabalho.

Agradeço à Reitoria da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, mais especificamente à Pro Reitoria de Pós Graduação pelo apoio à minha capacitação.

Agradeço ao Mestrado de Engenharia de Processos, à secretaria Carol, e todo o seu corpo docente da minha formação acadêmica.

A minha parceira de sempre, Ligia Maria Betti, por entender minhas ausências e estar presente para me representar, sempre que necessário.

A Styfanie pelo apoio em todos os momentos no laboratório e pelo comprometimento com o trabalho.

Aos estagiários do Departamento de Gastronomia (Ana Lucia, Joana, Jeanice, Giuliellen, Maria Eugenia e Laysa) e a secretária do departamento, Cristiane, por se dedicarem tanto e me permitirem estar ausente e tranqüila.

A minha madrinha Yoná Dalonso, pelos ouvidos e ombros, muito utilizados neste período.

A professora Márcia Lange e a colega de turma Marina Farina pela parceria e desabafos, pelo auxílio no laboratório e nas discussões de resultados.

A meu amor, Manoel, obrigada por todos os dias juntos e por estar sempre ao meu lado.

A meus filhos, João e Frederico, amores da minha vida, tão pequenos e tão compreensivos, meu muito obrigada, cheio de culpa pelas ausências.

A meu pai, obrigada pelo modelo de ética, responsabilidade e seriedade;

Agradeço especialmente a minha Mãe por acreditar em mim e pelo exemplo de mulher batalhadora, que acredito que hoje sou e ela ainda o é.

Aos professores, pesquisadores, funcionários, colegas e alunos da Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho, meu muitíssimo obrigado.

E por fim agradeço a Deus por me proporcionar o encontro com tantos para agradecer.

RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de palmito e possui o maior mercado consumidor deste produto. No entanto, a produção e industrialização de palmito geram uma grande quantidade de resíduos, que devem ser tratados adequadamente a fim de reduzir os problemas ambientais relacionados a seu acúmulo. Estudos da viabilidade de aplicação de resíduos lignocelulósicos como substrato à produção de cogumelos, evidenciaram sua aplicabilidade. Sob o ponto de vista nutricional, os cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus* apresentam elevado conteúdo protéico quando comparados à maioria dos vegetais, diversas vitaminas, minerais, e baixos teores de gorduras. Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar a produção de *Pleurotus ostreatus*, em cultivo sólido, utilizando resíduos do cultivo do palmito pupunha (bainha, folhas e bainha e folhas (1:1)) como substrato, variando-se a fração de inóculo e a fração de suplemento (farelo de arroz) e avaliar nutricionalmente os corpos frutíferos produzidos. O substrato bainha de pupunheira com 20 % de inóculo e 2 % de farelo de arroz foi o que proporcionou maior rendimento no processo (57,1 %), maior eficiência biológica (6,16%) e maior perda de matéria orgânica (42,8 %). O substrato composto somente por folhas de pupunheira utilizando 20% de inóculo e 2 % de farelo de arroz apresentou 38,2 %, 5,03 % e 22,5 % de rendimento, eficiência biológica e perda de matéria orgânica, respectivamente, enquanto as folhas e bainha proporção 1:1, com 5 % de inóculo e 2 % de farelo de arroz proporcionaram 42,2%, 4,2% e 27,8%. Houve redução nos teores de carboidratos, proteínas, gorduras e fibras nos substratos após o cultivo em relação aos substratos antes do cultivo, sendo estes acumulados nos corpos frutíferos. Este acúmulo proporcionou teores de 19,32%, 24,1% e 26,7% de proteínas; 9,39%, 34,85% e 8,47% de carboidratos; 2,43%, 3,03% e 2,99% de gordura; 1,8%, 4,28% e 3,57% de fibras; 5,35%, 6,02% e 6,62% de cinzas; 0,48%, 0,64% e 1,18% de fósforo e 0,47%, 0,67% e 2,27% de potássio para os corpos frutíferos cultivados em bainha, folhas e em bainha e folhas na proporção 1:1, respectivamente. Avaliaram-se também os substratos e corpos frutíferos quanto ao teor de mercúrio, que se apresentou abaixo do limite de detecção nos substratos antes e após o cultivo e conseqüentemente nos corpos frutíferos, e também de chumbo, que foi detectado acima do limite máximo de tolerância (Decreto nº 55871) nos substratos iniciais que continham bainha de pupunheira. O teor de chumbo diminuiu após o cultivo, sendo até 14% deste bioacumulado nos corpos frutíferos e não atingindo o limite máximo de tolerância do referido decreto. Os corpos frutíferos frescos de *Pleurotus ostreatus* cultivados em bainha, folhas e bainha e folhas de pupunheira na proporção 1:1 não podem ser considerados fonte de proteínas e fibras, possuem baixo teor de açúcares e não contém gorduras. Já os produtos obtidos a partir da secagem a 10% de umidade dos corpos frutíferos frescos cultivados em folhas de pupunheira (1:1) poderiam ser utilizados como suplemento protéico na alimentação, contendo carboidratos, apresentando baixo teor de gordura e alto teor de proteínas, fósforo, e potássio, além de serem considerados fonte de fibras.

Palavras-chave: Resíduos, pupunheira, *Pleurotus ostreatus*

ABSTRACT

Brazil is the world's largest producer of heart of palm, with the largest consumer market for this product. However, heart of palm production and industrialization generate large amounts of waste, which must be treated properly to minimize the environmental problems related to its accumulation. Feasibility studies have revealed that lignocellulosic waste may be applied as substrate in mushroom production. From the nutritional point of view, edible mushrooms of the *Pleurotus* genus are rich in several vitamins and minerals, have low fat content and are high in protein when compared to most vegetables. This way, this study aims at assessing the production of *Pleurotus ostreatus* in solid culture when the wastes of peach-palm cultivation are used as substrate (sheaths, leaves and sheaths and leaves at a 1:1 ratio), with different fractions of inoculum and supplement (rice bran); and at assessing the resulting fruit bodies in terms of nutritional value. The peach-palm sheath substrate with 20% inoculum and 2% rice bran produced the highest process yield (57.1%), the highest biological efficiency (6.16%) and the highest loss of organic matter (42.8%). The substrate consisting only of peach-palm leaves, with 20% inoculum and 2% rice bran, showed 38.2%, 5.03% and 22.5% of yield, biological efficiency and organic matter loss, respectively; and the substrate of leaves and sheath at a 1:1 ratio, with 5% inoculum and 2% rice bran, led to 42.2%, 4.2% and 27.8% results. Carbohydrates, proteins, fat and fiber contents in the substrate were reduced after cultivation, compared to their initial values, as such nutrients accumulated in the fruit bodies. This resulted in 19.32%, 24.1% and 26.7% protein content; 9.39%, 34.85% and 8.47% carbohydrate content; 2.43%, 3.03% and 2.99% fat content; 1.8%, 4.28% and 3.57% fibers; 5.35%, 6.02% and 6.62% ashes; 0.48%, 0.64% and 1.18% phosphorus; and 0.47%, 0.67% and 2.27% potassium, for the fruit bodies cultivated in sheath, leaves, and sheath and leaves at a 1:1 ratio, respectively. Substrates and fruit bodies were also evaluated as to their Mercury level, which was below the detection limit before and after cultivation, in substrates as well as in fruit bodies. Lead contents, also studied, exceeded the maximum acceptable concentrations (Decree No. 55871) in the initial substrate consisting of peach-palm sheath. Lead concentration fell after cultivation and was bioaccumulated in the fruit bodies at a 14% rate, which is below the maximum acceptable concentration legally defined in the decree mentioned above. The fresh fruit bodies of *Pleurotus ostreatus* cultivated in sheath, leaves and sheath and leaves substrate at a 1:1 ratio cannot be considered a source of proteins and fibers, are low in sugar and have no fat content. However, the products obtained by drying the fresh fruit bodies cultivated in the peach-palm leaves substrate (1:1) down to 10% humidity could be used as protein supplement, for they contain carbohydrates, with low fat content and high protein, phosphorus and potassium content, besides being considered a source of fibers.

Key-words: waste, peach-palm, *Pleurotus ostreatus*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Raízes fasciculadas superficiais de <i>Bactris gasipaes</i> .	08
Figura 2 – <i>Bactris gasipaes</i> e as partes que a compõe.	09
Figura 3 – Fruto da pupunheira cozido.	10
Figura 4 – Diagrama esquemático do palmito incluindo a parte comestível e o coração da palmeira.	11
Figura 5 – Resíduos da extração de palmito pupunha depositados no solo: (A) Bainhas, (B) Folhas.	11
Figura 6 – Recepção e descasca do palmito na indústria com geração de resíduos.	12
Figura 7 – <i>Pleurotus ostreatus</i> na natureza, micélio e corpo frutífero.	15
Figura 8 – Funções desempenhadas pelas enzimas degradadoras de materiais lignocelulósicos.	16
Figura 9 – Etapas do processo de cultivo de <i>Pleurotus</i> .	18
Figura 10 – Câmara de frutificação contendo pacotes com substrato colonizado por <i>P. ostreatus</i> .	35
Figura 11 – Ponto de colheita de <i>P. ostreatus</i> .	36
Figura 12 – Esquema ilustrativo dos experimentos e das análises realizadas nos substratos e corpos frutíferos.	38
Figura 13 – Efeito da fração de inóculo e da fração de farelo de arroz sobre o rendimento (%R) utilizando folhas de pupunheira como substrato.	53
Figura 14 – Efeito da fração de inóculo e da fração de farelo de arroz sobre a eficiência biológica (%EB) utilizando folhas de pupunheira como substrato.	54
Figura 15 – Valores de R, EB e PMO (%) obtidos na produção de <i>P. ostreatus</i> em bainha, folhas e bainha e folhas da pupunheira (1:1) dos experimentos definidos pelo planejamento experimental.	56
Figura 16 – Composição do substrato “bainha de pupunheira” antes e após o cultivo, e dos corpos frutíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i> , em base seca, em termos de teor de carboidratos totais (%), proteína bruta (%), gordura bruta (%), fibra bruta (%) e cinzas (%).	60

- Figura 17 – Composição do substrato “folhas de pupunheira” antes e após o cultivo, e dos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus*, em base seca, em termos de teor de carboidratos totais (%), proteína bruta (%), gordura bruta (%), fibra bruta (%) e cinzas (%). 61
- Figura 18 – Composição do substrato “bainha e folhas de pupunheira” (1:1) antes e após o cultivo, e dos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus*, em base seca, em termos de teor de carboidratos totais (%), proteína bruta (%), gordura bruta (%), fibra bruta (%) e cinzas (%). 61
- Figura 19 – Percentuais de fósforo (P) e potássio (K), em base seca, no substratos compostos por bainha, folhas e bainha e folhas de pupunheira (1:1), antes e após o cultivo, e nos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus*. 69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo do tempo transcorrido entre o plantio de muda e a colheita das principais espécies comerciais de palmito.	07
Tabela 2 – Composição centesimal da matéria prima utilizada na formulação do substrato de cultivo de <i>Pleurotus ostreatus</i> .	23
Tabela 3 – Efeito da fração de inóculo no rendimento e eficiência biológica de <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivado em palha de trigo.	24
Tabela 4 – Teor de minerais encontrados em <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivado em resíduos de algodão da indústria têxtil.	29
Tabela 5 – Composição mineral do cogumelo <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivado nos diferentes resíduos madeireiros e agroindustriais da região amazônica.	29
Tabela 6 – Teores de cádmio (Cd), cromo (Cr), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) em mg/kg de corpos frutíferos frescos e comparação com os limites máximos de tolerância de contaminantes inorgânicos em alimentos pelo Decreto nº 55871.	31
Tabela 7 – Planejamento fatorial dos experimentos para a produção de <i>Pleurotus ostreatus</i> DSM1833.	33
Tabela 8 – Resultados obtidos no planejamento fatorial 2^2 , com ponto central, para o estudo do efeito das frações de inóculo e de farelo de arroz sobre as variáveis R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) utilizando bainha de pupunheira como substrato.	50
Tabela 9 – Efeitos calculados sobre os parâmetros R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) do planejamento fatorial 2^2 , do cultivo utilizando bainha de pupunheira como substrato com um nível mínimo de 95% de confiança.	51
Tabela 10 – Resultados obtidos no planejamento fatorial 2^2 , com ponto central, para o estudo do efeito das frações de inóculo e de farelo de arroz sobre as variáveis R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) no cultivo utilizando folhas de pupunheira como substrato.	52

Tabela 11 – Efeitos calculados sobre os parâmetros R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) do planejamento fatorial 2 ² do cultivo utilizando folhas de pupunheira como substrato com um nível mínimo de 95% de confiança.	52
Tabela 12 – Resultados obtidos no planejamento fatorial 2 ² , com ponto central, para o estudo do efeito das frações de inóculo e de farelo de arroz sobre as variáveis R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) utilizando bainha e folhas de pupunheira (1:1) como substrato.	55
Tabela 13 – Efeitos calculados sobre os parâmetros R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) do planejamento fatorial 2 ² do cultivo com bainha e folhas (1:1) de pupunheira como substrato com um nível mínimo de 95% de confiança.	55
Tabela 14 - Valores de parâmetros produtivos de <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivado em diferentes substratos.	57
Tabela 15 – Teores de hemicelulose, lignina e celulose na bainha e nas folhas de pupunheira.	59
Tabela 16 – Teor de proteínas identificado em corpos frutíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivados em diferentes substratos.	64
Tabela 17 – Percentual de gordura identificado em corpos frutíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivados em diferentes substratos.	66
Tabela 18 – Percentual de fibras identificado em corpos frutíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivados em diferentes substratos.	67
Tabela 19 – Percentual de cinzas identificado em corpos frutíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivados em diferentes substratos.	68
Tabela 20 – Teores de chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) nos substratos antes e após o cultivo e nos corpos frutíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i> .	71
Tabela 21 – Valores de carboidratos (açúcares), gordura total, proteínas, fibras, fósforo e potássio, obtidos em base úmida para corpos frutíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i> e comparação com a portaria nº27 de 13 de janeiro de 1998 (ANVISA, 1998).	72

Tabela 22 – Valores de carboidratos (açúcares), gordura total, proteínas, fibras, fósforo e potássio, obtidos em base úmida para o produto obtido a partir da secagem e fragmentação de corpos frutíferos de <i>Pleurotus ostreatus</i> com 10% de umidade e comparação com a portaria nº27 de 13 de janeiro de 1998 (ANVISA, 1998).	74
Tabela 23 – Teores de chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) em mg/Kg de corpos frutíferos “in natura” e do produto obtido através da secagem e fragmentação dos corpos frutíferos e comparação com os limites máximos de tolerância de contaminantes inorgânicos em alimentos pelo Decreto nº 55871.	75
Tabela 24 – Teores de chumbo (Pb) em mg/Kg dos substratos iniciais frescos e comparação com os limites máximos de tolerância de contaminantes inorgânicos de alimentos pelo decreto nº55871.	77
Tabela 25 - Conteúdo de nutrientes, em base úmida, necessários para caracterizar sua fonte alimentar (ANVISA, 1998).	95
Tabela 26 - Valores estabelecidos pelo Decreto nº 55871 de 26 de março de 1965 que regulariza os limites máximos de tolerância (LMT) de contaminantes inorgânicos em alimentos (BRASIL, 1989).	95

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA	Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
DOU	Diário Oficial da União
FAO	Food and Agriculture Organization
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
INTRODUÇÃO	01
1 OBJETIVOS	04
1.1 Objetivo geral	04
1.2 Objetivos específicos	04
2 REVISÃO DA LITERATURA	05
2.1 Cultivo de palmitos	05
2.2 Pupunheira	08
2.3 Resíduos da produção de palmito	10
2.4 Fungos	13
2.4.1 Classificação e características gerais	13
2.4.2 Fungos do genero <i>Pleurotus</i>	15
2.4.2.1 Cultivo	17
2.4.3 Informações nutricionais de <i>Pleurotus</i>	25
2.4.3.1 Proteínas	26
2.4.3.2 Gordura	26
2.4.3.3 Carboidratos	27
2.4.3.4 Fibras	28
2.4.3.5 Cinzas e minerais	28
2.4.3.6 Umidade	31
3 METODOLOGIA	32
3.1 Microorganismos e manutenção	32
3.2 Produção de corpos frutíferos	32
3.2.1 Condições de cultivo	33
3.2.1.1 Preparo dos substratos e incubação	34
3.2.1.2 frutificação e colheita	35

3.3 Avaliação dos parâmetros produtivos	36
3.3.1 Rendimento	37
3.3.2 Eficiência biológica	37
3.3.3 Perda de matéria orgânica	37
3.4 Metodologia analítica	38
3.4.1 Preparo das amostras para análise	38
3.4.2 Hemicelulose	39
3.4.3 Lignina	40
3.4.4 Celulose	42
3.4.5 Carboidratos	42
3.4.5.1 Determinação da concentração de açúcares redutores por DNS	43
3.4.6 Proteína bruta	44
3.4.7 Gordura bruta	47
3.4.8 Fibra bruta	47
3.4.9 Cinzas	48
3.4.10 Minerais	48
3.4.11 Umidade dos corpos frutíferos	48
3.5 Análise estatística	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1 Avaliação dos substratos no cultivo de <i>P.ostreatus</i>	50
4.2 Caracterização dos substratos e corpos frutíferos	59
4.2.1 Teor de hemicelulose, lignina e celulose nos substratos	59
4.2.2 Teor de carboidratos, proteínas, gorduras, fibras, cinzas, fósforo, potássio, chumbo e mercúrio nos substratos e corpos frutíferos de <i>P.ostreatus</i>	60
4.3 Avaliação nutricional dos corpos frutíferos	71
CONCLUSÕES	78
SUGESTÕES E PERSPECTIVAS	81
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICE	94
ANEXOS	95

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de palmito e possui o maior mercado consumidor deste produto (SAMPAIO *et al.*, 2007).

Originalmente encontrado nas florestas do centro, sudeste e sul do Brasil, o palmito foi por muitos anos obtido por extrativismo (SANTOS *et al.*, 2003), o que acaba por acentuar a devastação e a extinção percebidas em meados do século XX, quando a destruição acelerada da Mata Atlântica, a percepção da qualidade do palmito Brasileiro e o crescimento da classe média do país, que passa a ser o maior consumidor deste produto, foram os principais fatores colaboradores para a destruição (REIS e REIS, 2000).

O extermínio exacerbado motivou a regulamentação do extrativismo por parte do governo federal, com estímulo à plantação de palmito, principalmente da espécie *Bactris gasipaes* Kunth, Palmae - pupunheira - já que as espécies *Euterpe* (palmito Jussara e de açai) e *Archontophoenix alexandrae* (palmito real) são de crescimento lento, apresentando um período para início de produção mais longo e maior periodicidade para cortes sucessivos (YUYAMA, 1997; MELO, 1999).

No entanto, apenas uma pequena parte da biomassa, aproximadamente 1 m de uma palmeira de 15 m de altura, é comercializada como palmito, sendo o restante descartado (ISRAEL, 2005).

De acordo com Lima e Marcondes (2002) somente o resíduo gerado na indústria, composto por bainhas medianas, gira em torno de 350 kg de resíduo orgânico para cada lote de 1.000 unidades de 300 g de palmito enlatado a ser comercializado, ou seja, para cada 300 kg de palmito.

Constata-se então que as atividades associadas à produção e industrialização do palmito têm como consequência a geração de grandes quantidades de resíduos, o que pode representar um problema para meio o ambiente (SILVA, 2009), já que a matéria orgânica não utilizada, se incorporada ao solo, promove um processo de humificação, atividade microbiana que provoca temporariamente uma deficiência de nitrogênio no solo, por seu consumo pelos microrganismos decompositores (MEDINA, 1990). Desta forma, estes resíduos deveriam ser tratados adequadamente a fim de reduzir os problemas ambientais e contribuir para o desenvolvimento sustentável das regiões produtoras (SILVA *et al.*, 2009). O estudo

de possibilidades para aproveitamento dos resíduos da produção de palmito representa a otimização da produção agrícola na medida em que reduz as perdas da produção e o volume de resíduos, diminuindo um possível impacto ambiental causado pelo seu acúmulo (TONINI, 2004). Os resíduos produzidos pelo setor agroindustrial podem ocasionar problemas para a disposição final e, quando não aproveitados adequadamente, representar perdas de biomassa e nutrientes de alto valor (PINTO *et al.*, 2005).

Alguns estudos da viabilidade da aplicação de fibras da pupunheira como alternativa à fibra de vidro evidenciaram a aplicabilidade deste resíduo agroecológico em compósitos de resina (FARIAS, 2007; SANTOS, 2007).

Há também estudos que evidenciam a possibilidade de utilização do resíduo do processamento do palmito para a produção de enzimas hidrolíticas por fungos do gênero *Polyporus* (ISRAEL, 2005).

Este resíduo agroecológico, composto por material vegetal lignocelulósico, pode ser utilizado como fonte renovável de substrato para a conversão biológica em biomassa microbiana de alto valor nutricional (ISRAEL, 2005).

Santos (2000), Bonatti (2001) e Silveira (2003) avaliaram diferentes resíduos agroindustriais para a produção de corpos frutíferos de fungos do gênero *Pleurotus* e determinaram os parâmetros produtivos como rendimento, eficiência biológica e perda de matéria orgânica.

Sob o ponto de vista nutricional, os cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus* apresentam elevado conteúdo protéico quando comparados à maioria dos vegetais, podendo representar um alimento que contém alto teor de proteínas de boa qualidade, aminoácidos essenciais, elevada proporção de ácidos graxos insaturados, diversas vitaminas e minerais, além de baixos teores de gorduras, colesterol e calorias (STURION e RANZANI, 2000).

A garantia ao acesso a alimentos necessários e adequados a manutenção de uma vida saudável é objeto de discussão mundial. Já em 1943, alguns representantes de países se reuniram a fim de criarem uma organização internacional para discussão e controle de temas relacionados à alimentação e a agricultura. As funções e objetivos desta organização foram descritos no documento "The Work of FAO" (1945), atribuído à Comissão Interina das Nações Unidas sobre Alimentação e Agricultura (FAO). Atualmente a FAO, consciente da importância da adequação nutricional para o desenvolvimento do indivíduo, atua em várias áreas do

sistema alimentar, e com a parceira da Rede Latino Americana de Composição de Alimentos (LATINFOODS), promove o desenvolvimento de tabelas nacionais e regionais de composição de alimentos, que servem como guia para formulação de uma dieta saudável. Disponibiliza também informações sobre alimentação e nutrição através de um sistema composto pelos perfis nutricionais de cada país membro, buscando desta forma apresentar a situação alimentar e nutricional destes países e suas causas (LATHAM, 1997).

O entendimento de que a saúde é dependente da nutrição leva à necessidade de garantir orientações para a redução das deficiências nutricionais, ainda presentes em nosso país, também como medida preventiva de doenças. A adoção de uma alimentação saudável, para prevenção de doenças crônicas, deve ser abrangente a toda a população brasileira, fundamentada em alimentos identificados em função dos nutrientes necessários à garantia da saúde (SICHIERI *et al.*, 2000).

Algumas das medidas propostas para diminuição do quadro de desnutrição no Brasil são embasadas no Programa de Suplementação Alimentar com o incremento de misturas a base de farelo de cereais, popularmente chamadas de multi misturas (MADRUGA *et al.*, 2004).

Além de sua qualidade protéica e da presença de aminoácidos essenciais, o cogumelo *Pleurotus ostreatus* é uma fonte importante de carboidratos, fibras, minerais e vitaminas, o que os promove à classe dos alimentos nutricionalmente ricos (RAMPINELLI *et al.*, 2010; GUNDE-CIMERMAN, 1999).

Diante do exposto, este trabalho visa ao estudo da utilização de resíduos agrícolas do palmito pupunha para o cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus*, e sua utilização como alimento.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Estudar o processo de produção de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833 em cultivo sólido, utilizando resíduos do cultivo do palmito pupunha e avaliar nutricionalmente os corpos frutíferos.

1.2 Objetivos Específicos

Estudar a produção de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833 em cultivo sólido, utilizando um planejamento experimental 2^2 , com ponto central, com bainha, folhas e bainha e folhas (1:1) da pupunheira como substrato, variando-se a fração de inóculo e a fração de farelo de arroz.

Avaliar qual condição de cultivo favorece os parâmetros produtivos, como rendimento, eficiência biológica e perda de matéria orgânica.

Caracterizar o teor de hemicelulose, lignina e celulose dos resíduos folha e bainha de pupunheira;

Caracterizar os substratos da melhor condição de cultivo, antes e após o cultivo, em termos de carboidratos, lipídeos, proteínas, fibras, fósforo, potássio, além de metais como chumbo e mercúrio.

Analisar os corpos frutíferos, obtidos da melhor condição de cultivo, em termos de carboidratos, lipídeos, proteínas, fibras, fósforo, potássio, além de metais como chumbo e mercúrio.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Cultivo de palmitos

O cultivo agrícola convencional tem como princípio a maximização da produção em busca da sustentação da demanda crescente de alimentos, verificada na última metade do século XX. O aumento da produtividade foi sustentado por avanços tecnológicos e científicos, através da aplicação de estudos de novas variedades de plantas, fertilizantes, agrotóxicos e melhorias nas infraestruturas de irrigação; contudo provocou a degradação dos recursos naturais como solo, água e diversidade genética, principais responsáveis pela garantia da manutenção da produção agrícola (GLIESSMAN, 2001).

A degradação de recursos agrícolas decorrente das práticas agrícolas atuais, objetivando a máxima produtividade, tende a comprometer a produção agrícola futura, que deve ser preservada com a adoção de práticas agrícolas alternativas, baseadas no conhecimento dos processos ecológicos, que permitam a renovação do sistema corrompido pela retirada da matéria-prima. O desafio atual é a adequação da produtividade agrícola, capaz de sustentar o crescimento da população mundial e a sustentabilidade, que garanta a produção com mínimos efeitos e intervenções negativas ao meio ambiente, garantindo uma produção agrícola ambientalmente consciente, altamente produtiva e economicamente viável (GLIESSMAN, 2001).

O Brasil é o maior produtor mundial de palmito e possui o maior mercado consumidor deste produto (SAMPAIO *et al.*, 2007), gerando, em consequência da sua extração e processamento, toneladas de resíduos ao meio ambiente (ISRAEL, 2005).

Originalmente encontrado nas florestas do centro, sudeste e sul do Brasil, o palmito foi, por muitos anos, obtido por extrativismo (SANTOS *et al.*, 2003), o que acabou por acentuar a devastação e a extinção percebidas em meados do século XX, quando a destruição acelerada da Mata Atlântica, a percepção da qualidade do palmito brasileiro e o crescimento da classe média do País, que passa a ser o maior consumidor deste produto, foram os principais fatores colaboradores para a destruição (REIS e REIS, 2000).

Por ter sido, durante um longo período, um produto resultante do processo de extrativismo de palmeiras nativas, o palmito brasileiro é apresentado como produto não ecológico e de baixa qualidade, o que reduz seu valor e restringe o comércio com o mercado externo (SAMPAIO *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2011).

O extermínio exacerbado motivou a regulamentação do extrativismo por parte do Governo Federal que, através da Portaria nº439-P de 04 de agosto de 1989, (DOU de 11/08/89), obriga o replantio de espécies de palmito exploradas.

Alguns fatores, como o esgotamento da oferta de matéria-prima proveniente da coleta extrativa no centro Sul, a intensificação da fiscalização de órgãos oficiais impedindo a devastação predatória, o custo da taxa de reflorestamento (próximo de 12% dos custos de industrialização) e o alto preço do produto no mercado nacional e internacional, vêm estimulando o investimento e a produção racional para o palmito industrializado (VERRUMA-BERNARDI *et al.*, 2007).

A demanda de matéria-prima pelas indústrias no mercado nacional e internacional desperta especial interesse para o cultivo de gêneros da família Palmae capazes de fornecer palmito de boa qualidade em curto prazo, assim como a espécie *Bactris gasipaes* Kunth, Palmae – pupunheira (YUYAMA, 1997).

As principais espécies de palmáceas usadas para a obtenção de palmito são: Juçara (*Euterpe edulis*), Açázeiro (*Euterpe oleracea*), Pupunheira (*Bactris gasipaes*) e Palmeira real (*Archontophoenix alexandrae*), sendo o cultivo de palmito de pupunha crescente no Brasil em detrimento ao cultivo de outros gêneros da família Palmae pelas características de cultivo e valorização dos produtos (MELO, 1999, YUYAMA, 1997).

O tempo de produção de palmito e a periodicidade para cortes sucessivos em espécies que perfilham são variáveis de acordo com a espécie (MELO, 1999).

O período para início de colheita do palmito de açaí é de aproximadamente cinco anos (SOUZA *et al.*, 2011). Seus frutos vêm sendo amplamente utilizados em preparos gastronômicos e para a extração de corantes e antocianina, que apresentam maior rentabilidade que o palmito de açaí, apontando, assim, para uma diminuição deste palmito no mercado. O palmito juçara (*Euterpe Edulis*) é cultivado por aproximadamente sete anos para alcançar tamanho comercial no Brasil, enquanto o tempo de colheita do palmito pupunha é de aproximadamente dois anos

(SOUZA *et al.*, 2011). Cultivada notadamente em Santa Catarina, a espécie australiana conhecida como palmeira real (*Archontophoenix alexandrae*), alcança tamanho ideal para corte em 3 ou 4 anos de cultivo (MELO, 1999). Na Tabela 1 é apresentado um comparativo entre o tempo transcorrido entre o plantio e a colheita de diferentes espécies comerciais de palmito.

Tabela1- Comparativo do tempo transcorrido entre o plantio de muda e a colheita das principais espécies comerciais de palmito.

Espécie de palmeira	Nome popular do palmito obtido	Tempo de colheita (anos)	Referência
<i>Euterpe edulis</i>	Palmito Juçara	7	SOUZA <i>et al.</i> , 2011
<i>Euterpe oleracea</i>	Palmito de Açaí	5	CHAIMSOHN, 2000
<i>Archontophoenix alexandrae</i>	Palmito Real	4	MELO, 1999
<i>Bactris gasipaes</i>	Palmito pupunha	2	SOUZA <i>et al.</i> , 2011

Em países como a Costa Rica e o Peru já se observa o cultivo agrícola de *Bactris gasipaes* Kunth, pupunheira, que oferece melhores condições em relação às outras espécies, como o tempo para o primeiro corte, 1,5 a 2 anos após o plantio da muda, e o aproveitamento de perfilhos, que permite cortes sucessivos por aproximadamente 5 anos. A exploração agrícola de palmito pupunha apresenta, portanto, redução do custo de produção, retorno mais rápido de capital e exploração sucessiva pelo período de 5 anos aproximadamente (LOPES *et al.*, 2004)

No entanto, produção e industrialização de qualquer dos gêneros da família *Palmae* gera uma grande quantidade de resíduos, que devem ser tratados adequadamente a fim de reduzir os problemas ambientais e contribuir para o desenvolvimento sustentável das regiões produtoras (SILVA *et al.*, 2009).

Neste contexto a produção de palmito pupunha, com adequado manejo dos resíduos de colheita, torna-se uma importante alternativa agroecológica, pois se trata de uma planta perene, que corretamente trabalhada pode diminuir efeitos da erosão e infertilidade do solo, além de reduzir as atividades extrativistas do palmito (CHAIMSOHN *et al.*, 2002).

2.2 Pupunheira

A Pupunheira (*Bactris gasipaes Kunth*) é uma espécie tropical, encontrada em território brasileiro originalmente na região amazônica, podendo ser localizada dispersa por toda a América Central. É uma palmeira ereta, multicaule, de estipes cilíndricos, com grande variação do número de caules por touceira. Os caules podem atingir até 20 m de altura, com 15 a 25 cm de diâmetro. Possui raízes fasciculadas superficiais, com 75% destas localizadas a até 20 cm da superfície do solo, distribuídas em um raio de até 40 cm do caule (FONSECA *et al.*, 2001), conforme mostrado na Figura 1.



Figura 1- Raízes fasciculadas superficiais de *Bactris gasipaes*
Fonte: Arquivo pessoal, 2011

Algumas espécies possuem entrenós constituídos por rígidos espinhos (Figura 2), proporcionando grande dificuldade no manejo, mas em contrapartida, prevenindo o ataque de insetos e pequenos mamíferos (GRANER, 2009).

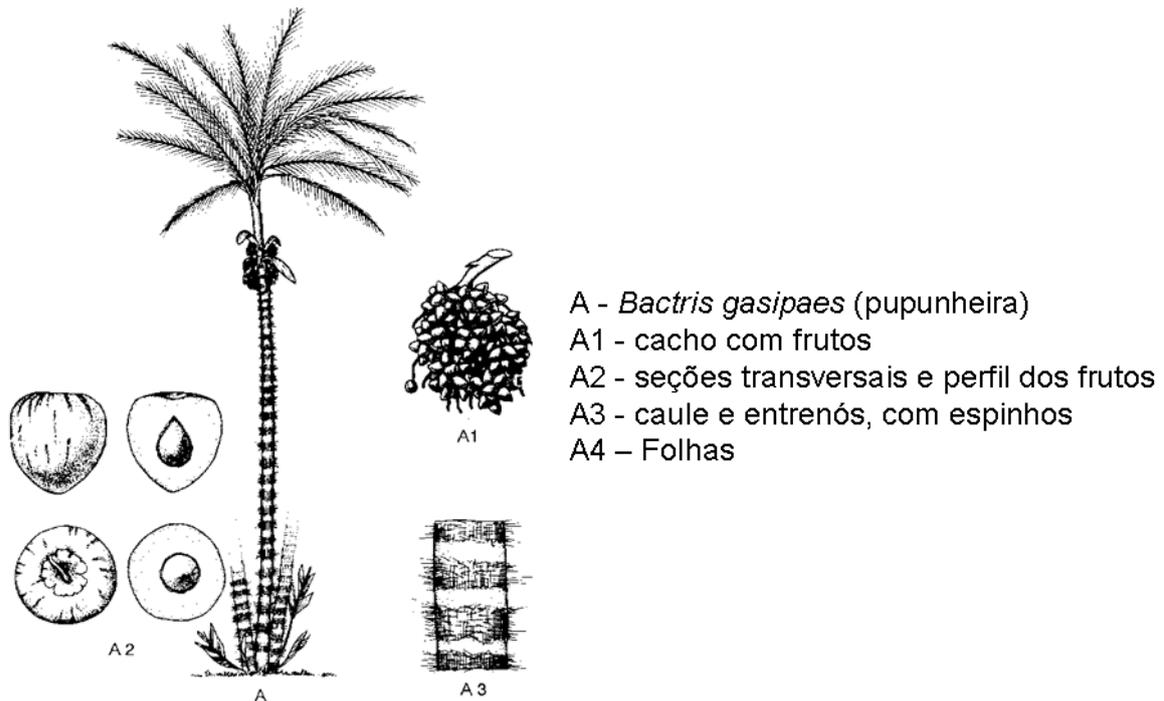


Figura 2 - *Bactris gasipaes* e as partes que a compõe
 Fonte: HERNANDEZ e LEON, 1994.

Desenvolvem-se adequadamente em regiões de mata úmida, com índice pluviométrico entre 1500 a 6000 mm, temperatura média anual entre 22 e 28 °C e umidade relativa do ar acima de 80%. Não é uma espécie exigente em relação ao solo, sendo, a partir do fim dos anos 90, introduzida nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, apresentando um bom desenvolvimento nestes locais (CARMO *et al.*, 2003).

A partir do ano de 1999 a produção de palmito cultivado superou o palmito de extrativismo, representando no ano de 2006, apenas 8,2% do total do palmito produzido no país (IBGE, 2007).

O aumento da demanda para o consumo do palmito foi fator essencial para o desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo, adequadas ao modelo sustentável de produção (REIS e REIS, 2000), sendo o cultivo da pupunha e da palmeira real para a obtenção de palmito comestível uma importante alternativa agroecológica para as regiões brasileiras (SANTOS *et al.*, 2003).

Na Amazônia brasileira a pupunheira é cultivada, por agricultores de baixa renda (GRANER, 2009), principalmente para o consumo do fruto cozido, que possui quantidade razoável de proteína, óleo, caroteno, vitaminas B, C e Ferro (CLEMENT, 1987). A Figura 3 apresenta o fruto da pupunheira cozido.



Figura 3 - Fruto de pupunheira cozido

Fonte: Disponível na Internet: <http://flickr.com>, 2011.

As raízes também são aproveitadas como vermífugo, as flores masculinas como tempero e as folhas como matéria-prima para fabricação de artesanato e utensílios domésticos (GRANER, 2009).

2.3 Resíduos da produção de palmito

Para a obtenção do palmito é necessário o corte da palmeira e remoção da casca que recobre a bainha (ISRAEL, 2005).

No processo de cultivo e extração de palmito, é comercializada a bainha interna presente no estipe, da qual é aproveitada, a parte inferior do talo ou primeiro corte, de maior diâmetro, como conserva em rodela ou pedaços (palmito caulinar ou basal); a parte superior do talo ou quinto corte, de diâmetro reduzido (palmito foliar ou apical), como conserva picada; e a região mediana do talo (2º, 3º e 4º cortes), como toletes, parte mais nobre (GRANER, 2009), como mostrado na Figura 4.

No processamento do palmito produz-se ainda como subproduto, o coração da palmeira (Figura 4), rico em fibras e de composição química semelhante ao do palmito. Monteiro *et al.* (2001) propuseram em seu estudo o aproveitamento deste

subproduto por meio da desidratação e utilização da farinha em produtos alimentícios.

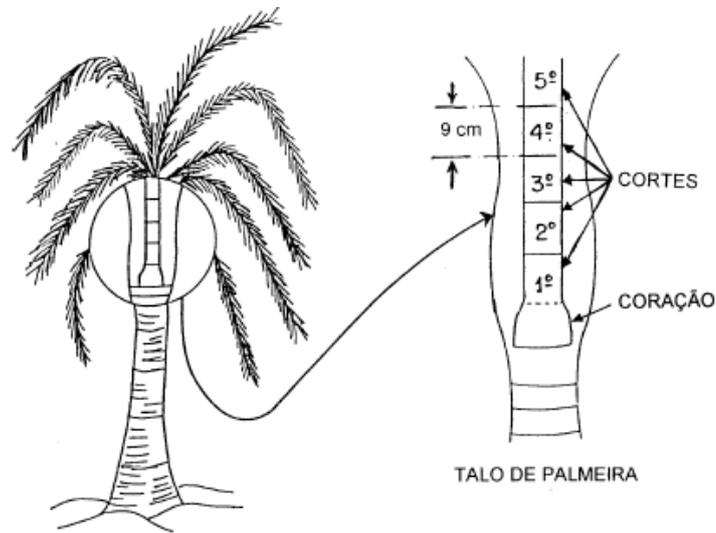


Figura 4 - Diagrama esquemático do palmito incluindo a parte comestível e o coração da palmeira.

Fonte: Monteiro *et al.*, 2001.

Desta forma, apenas 1 m de uma palmeira de aproximadamente 15 m de altura é aproveitada comercialmente (ISRAEL, 2005).

A matéria orgânica não comercializada, como as folhas, o caule e as bainhas externas, é descartada nas florestas (Figura 5) e as bainhas medianas são descartadas na indústria (Figura 6) (ISRAEL, 2005).



Figura 5 - Resíduos da extração de palmito pupunha depositados no solo. (A) bainhas, (B) folhas.

Fonte: Arquivo pessoal



Figura 6 - Recepção e descasca do palmito na indústria com geração de resíduos.
Fonte: Disponível na Internet: <http://sao-tiago.com/palmito.htm>, 2011.

De acordo com Lima e Marcondes (2002) somente o resíduo gerado na indústria, gira em torno de 350 kg de resíduo orgânico para cada lote de 1.000 unidades de 300 g de palmito enlatado a ser comercializado, ou seja, para cada 300 kg de palmito.

Esta matéria orgânica é composta por resíduos vegetais lignocelulósicos, que podem ser utilizados como fonte renovável de substratos para a conversão biológica em biomassa microbiana de alto valor nutricional (ISRAEL, 2005), dentre outros compostos de alto valor econômico (SERMANNI, 1989).

Estes resíduos lignocelulósicos apresentam uma relação C: N, de 64:1 de acordo com Tonini (2004), em seu estudo de com *Euterpe edulis* Mart. e de aproximadamente 76,18:1 segundo os estudos de Sales-Campos *et al.* (2010) com estipe de *Bactris gasipaes*. São compostos principalmente por celulose, hemicelulose e lignina, com proporções variáveis de acordo com o tipo do material, a idade e o estágio vegetativo do mesmo. Constituinte predominante dos resíduos lignocelulósicos, a celulose é um polissacarídeo de estrutura cristalina muito resistente, de alta massa molar, polímero de D-glucose, responsável pela sustentação vegetal. A hemicelulose constitui até 40 % da massa seca dos resíduos lignocelulósicos, sendo o segundo elemento mais abundante. Sua estrutura é

formada por duas cadeias ramificadas, compostas de hexoses, pentoses, ácido urônico e açúcares menores, facilmente hidrolisáveis. Em ação conjunta com a hemicelulose a lignina envolve as fibras de celulose, preservando-as, graças à sua estrutura tridimensional, que forma uma barreira física no entorno das fibras, dificultando as atividades de enzimas celulolíticas (RAJARATHNAM *et al.*, 1992).

Uma das formas de utilização de resíduos lignocelulósicos é a cultura de cogumelos comestíveis por fermentação sólida (CHANG e MILES, 1993). Para que os fungos possam degradar a celulose é essencial que ocorra a pré degradação da lignina que a envolve (RAJARATHNAM *et al.*, 1992), sendo o teor elevado de lignina um inibidor ao desenvolvimento dos fungos pelo gasto metabólico que a sua degradação representa (FREER e DETROY, 1982).

2.4 Fungos

2.4.1 Classificação e Características Gerais

A classificação dos seres vivos proposta por Whittaker em 1969, fundamentada pela forma como os seres vivos obtêm seus nutrientes, menciona a existência de 5 reinos: Monera, Protista, Plantae, Animalia e Fungi (PELCZAR, 1996).

Os indivíduos do reino fungi são organismos eucariotos, uni ou multicelulares, caracterizados por possuírem parede celular e não apresentarem clorofila, absorvendo os nutrientes necessários para seu desenvolvimento do ambiente sobre o qual crescem (PELCZAR, 1996; ALCAMO, 2000). Este reino é subdividido em três principais grupos, de acordo com as características morfológicas do micélio, dos esporos sexuais e dos corpos frutíferos. São eles: os fungos limosos, os inferiores flagelados e os terrestres (ALCAMO, 2000).

Destes, o grupo mais conhecido é o dos fungos terrestres, constituídos por células de paredes rígidas, compostas por celulose, quitina e glicano, chamadas de hifas. As hifas organizam-se em filamentos e constituem o micélio (PELCZAR, 1996).

Alexopoulos e colaboradores, em 1996, propuseram uma classificação que agrupa no Reino Fungi os filos Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota e Basidiomycota e, em cada um deles, as respectivas classes e ordens.

Segundo Rajarathnam *et al.*, (1998), os fungos da classe dos Basidiomycetes possuem duas fases em seu ciclo de vida: fase vegetativa e fase reprodutiva. Na fase vegetativa observa-se o crescimento do micélio, consistindo em uma fase de longa duração. A fase reprodutiva ocorre em períodos mais curtos, sendo caracterizada pela frutificação, ou crescimento do corpo frutífero. A classe dos *Basidiomycetes* inclui os cogumelos comestíveis (MARTÍNEZ e BALLESTER, 2004).

Chang e Miles (1993) definem o cogumelo como um macrofungo com um corpo frutífero distinto, bastante grande, que pode ser visto a olho nu e colhido com as mãos. São conhecidos desde os primórdios da humanidade por suas propriedades medicinais e nutricionais, além do grande potencial econômico, revelado recentemente pelos avanços da biotecnologia (URBEN, 2004).

Os esporos são produzidos pela maior parte dos indivíduos de todas as classes, por forma sexuada e assexuada. A reprodução sexuada ocorre por meio de esporos com núcleos derivados de células parentais, que se fundem para formar um núcleo diplóide zigótico, e por divisão celular originam-se os núcleos dos esporos haplóides (BOSSOLAN, 2002). A reprodução assexuada ocorre por multiplicação de fragmentos do corpo de frutificação ou do micélio (EIRA, 2003).

Na literatura internacional há cerca de 45.000 espécies de cogumelos descritas, e diversos estudos que atribuem a estes fungos atividades terapêuticas (anti hipertensiva, hipoglicêmica, antialérgica, antiviral, antitumoral, antibacteriana, antitrombocítica, antifúngica, hipocolesterômica, antiinflamatória). Também há estudos que relatam serem excelentes fontes protéicas, com altas quantidades de aminoácidos essenciais, vitaminas, minerais e baixo teor de gordura (URBEN, 2004).

Dentre os cogumelos comestíveis com conhecidas propriedades funcionais cita-se os seguintes gêneros: *Auricularia*, *Flammulina*, *Grifola*, *Hericium*, *Lentinus*, *Pleurotus* e *Tremella* (CHANG, 1996).

2.4.2 Fungos do gênero *Pleurotus*

Os fungos do gênero *Pleurotus* abrangem trinta e oito espécies adaptadas para cultivo em regiões subtropicais e tropicais, em uma ampla variedade de substratos (URBEN, 2004). Por suas características climáticas tropicais, o Brasil é propício ao cultivo das espécies deste grupo (SANTOS, 2000).

Seu formato, semelhante a uma ostra, originou sua denominação como cogumelo ostra (CROAN, 2000).

Assim como alguns fungos do Filo Basidiomycota e também Ascomycota, são chamados de “fungos de podridão branca”, por possuírem um micélio branco e degradarem tanto a lignina como a celulose (SOUZA e ROSADO, 2009). Na Figura 7 pode-se observar o micélio branco de *Pleurotus*, bem como seus primórdios e corpos de frutificação (basidiomas).



Figura 7 - *Pleurotus ostreatus* na natureza, micélio e corpo frutífero.

Fonte: Disponível na Internet: <http://soldedomingo.blogspot.com/2008/04/pleurotus-ostreatus.html>, 2011.

Possuem um complexo enzimático lignocelulolítico variado, composto por enzimas como celulase, ligninase, celobiase, lacase e hemicelulase, que possibilitam a degradação de uma grande variedade de resíduos lignocelulósicos (CHANG e HAYES, 1978) e orgânicos (PERALTA, 2008). Estas enzimas permitem a utilização destes fungos na biorremediação de solos contaminados por hidrocarbonetos aromáticos, na degradação de poluentes ambientais e no tratamento de efluentes

industriais (MARQUES-ROCHA *et al.*,2000; GARCIA, 2009). Junior (2010) cita as lacases fúngicas como enzimas com grande potencial para o tratamento de efluentes e biorremediação.

A Figura 8 apresenta um fluxograma representativo das funções desempenhadas pelas enzimas degradadoras de materiais lignocelulósicos (RAJARATHNAM *et al.*, 1992).

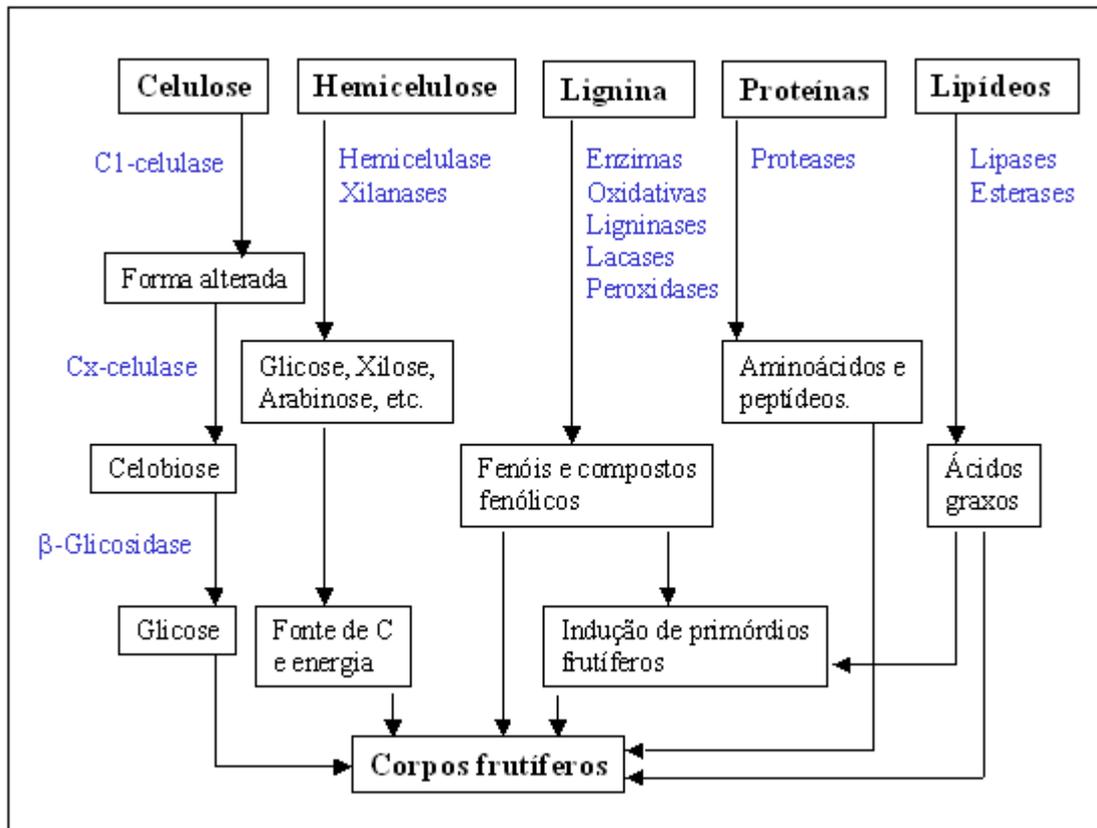


Figura 8 - Funções desempenhadas pelas enzimas degradadoras de materiais lignocelulósicos.

Fonte: RAJARATHNAM *et al.*, 1992.

Desenvolvem-se adequadamente em substratos com baixa concentração de nutrientes e vitaminas, mas o incremento de algumas fontes de nitrogênio orgânicas ou inorgânicas tende a otimizar o rendimento de corpos frutíferos de *Pleurotus* (ZADRAZIL, 1980). De acordo com Ginterová e Lazarová (1987) certas linhagens de *Pleurotus* têm a propriedade de fixar nitrogênio da atmosfera.

Os fungos do gênero *Pleurotus*, por possuírem a capacidade de realizar a bioconversão de resíduos agrícolas, podem utilizá-los como substratos e produzir corpos frutíferos comestíveis, altamente palatáveis, saborosos nutritivos e com

compostos medicinais importantes (PATRABANSH e MADAN, 1997; RAJARATHNAM e BANO, 1989), inclusive com potencial antitumoral (ASSIS, 2011).

2.4.2.1 Cultivo

Segundo Madan *et al.* (1987), o cultivo sólido de *Pleurotus* envolve duas etapas:

1- Colonização do substrato: o crescimento micelial (fase vegetativa) se dá por divisão celular, por um período de aproximadamente 20 a 30 dias, sem iluminação.

2- Frutificação: esta fase inicia-se a partir da imposição de luz, aeração e em alguns casos, choque térmico, induzindo à formação dos primórdios frutíferos (fase reprodutiva) que podem ser colhidos em 3 ou 4 dias.

A utilização de resíduos agrícolas como substrato sólido para cultivo de cogumelos prevê alguns processos de preparo deste substrato. Primeiramente, o resíduo deve ser triturado em partículas de 2 a 5 cm, mergulhado em água por 12 h, colocado em embalagens de polipropileno e esterilizado por 1 h a 121°C (HADAR *et al.*, 1992). A trituração do substrato objetiva a formação de um sistema de poros no interior do mesmo, pois como a fermentação sólida é um processo sem movimentação de massa, o sistema de poros facilita as trocas gasosas e o controle de temperatura (SCHUCHARDT e ZADRAZIL, 1988). Uma porcentagem de farelo de arroz é incorporado ao substrato como suplemento nutricional e este é então inoculado. As embalagens são então armazenadas em ausência de luz, a uma temperatura entre 20 e 25°C, por aproximadamente 20 dias, quando então as embalagens são perfuradas com orifícios de aproximadamente 0,5 cm e expostas à luz por um período de 12 h/dia, para indução de frutificação, com controle da umidade a 85% (BONATTI, 2001).

BONATTI (2001) descreve as etapas de cultivo através de um fluxograma (Figura 9).

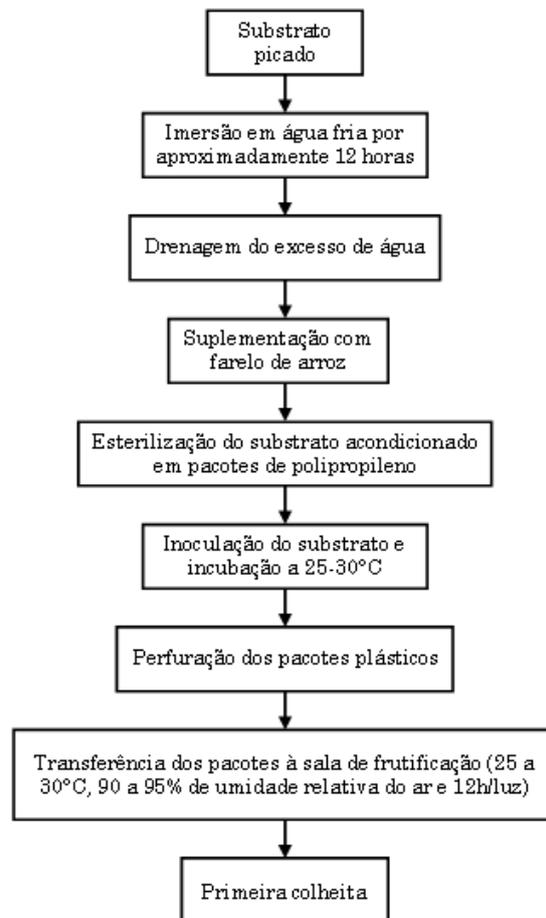


Figura 9 - Etapas do processo de cultivo de *Pleurotus*.

Fonte: BONATTI (2001).

A eficiência do cultivo, relacionada à produtividade obtida, depende de alguns fatores como a adequação de preparo do substrato, o controle de temperatura, umidade, luz (BISARIA e MADAN, 1983) e a composição do ar, especialmente os teores de O₂ e CO₂ (ZADRAZIL e KURTZMAN, 1984). As adequações dos parâmetros variam para cada espécie de fungo (BISARIA e MADAN, 1983).

a) Temperatura de cultivo

Segundo Zadrazil (1978) grandes variações de temperatura são toleradas; informação compartilhada por Yildiz *et al.* (1998), que estima a faixa entre 10 e 35°C. Já Martin (1992), considera adequado o intervalo entre 21 e 33°C. No entanto, este é o fator físico de menor influência no cultivo de *Pleurotus* (ZADRAZIL, 1978; YILDIZ *et al.*, 1998; MARTIN, 1992).

Ainda de acordo Zadrazil (1978), as diferentes fases de cultivo requerem diferentes temperaturas, sendo menores os valores para formação dos corpos

frutíferos. Segundo os autores Zadrazil e Reiniger (1988), o crescimento é inibido em temperaturas acima de 30 °C.

b) Controle da umidade no cultivo

A umidade, tanto do substrato quanto do ambiente de cultivo, também é um parâmetro que interfere diretamente no desenvolvimento do micélio e dos corpos frutíferos, devendo estar na faixa de 70 a 80% no substrato e entre 80 e 95% a umidade relativa do ar (ZADRAZIL & BRUNNERT, 1981).

Este parâmetro difere da faixa considerada por MARTIN (1992) que define a umidade relativa do ar adequada na faixa entre 67 e 72%.

c) Controle da luminosidade no cultivo

A interferência da luz no cultivo de *Pleurotus* tem relação direta com a velocidade de colonização do substrato, sendo inadequada a presença de luminosidade na fase de colonização e obrigatória para a formação de primórdio de *Pleurotus* (BISARIA e MADAN, 1983). Carlile e Watkinson (1996) sugerem que tais efeitos podem estar relacionados à destruição fotoquímica de componentes do meio, e em alguns casos a efeitos diretos no metabolismo do fungo.

d) Influência do ar

O desenvolvimento adequado dos corpos frutíferos é influenciado pela ventilação do ambiente, fato este que não é observado na etapa de formação dos primórdios de *Pleurotus* (TSCHIERPE, 1972 *apud* ZADRAZIL, 1975).

Durante o crescimento do micélio, ocorre a produção e liberação de CO₂ e outros metabólitos, que acumulam-se no substrato sólido. Desta forma, o crescimento de microrganismos competitivos é inibido, estimulando o crescimento do micélio de *Pleurotus* spp. (ZADRAZIL, 1975).

De acordo com Kurtzman (1978), a fixação de nitrogênio é também influenciada pelo volume de aeração, sendo necessário um grande volume para a fixação adequada de nitrogênio.

Sendo *Pleurotus* uma espécie degradadora de lignina, possui em seu corpo frutífero um conteúdo de nitrogênio maior do que o encontrado no substrato de cultivo (GINTEROVÁ e MAXIANOVA, 1975; KURTZMAN, 1976 *apud* KURTZMAN, 1978), o que pode ser resultado da capacidade de absorção e fixação

de nitrogênio do ar atmosférico (BISARIA e MADAN, 1983) ou também da absorção de fontes nitrogenadas como os aminoácidos e proteínas (CARLILE e WATKINSON, 1996).

e) Controle do pH

O pH dos resíduos agrícolas, como palhas, é aproximadamente 7,0 e durante o cultivo do gênero *Pleurotus* observa-se redução deste valor, o que pode ser explicado pela secreção de exoenzimas, antibióticos e ácidos orgânicos durante a produção (ZADRAZIL, 1985). A diminuição do pH do meio influencia o tempo de formação do corpo frutífero, que se desenvolve em pH próximo de 5,5 (MAZIERO e ZADRAZIL, 1994).

f) Meio de cultivo

De acordo com BONATTI *et al.* (2004) a forma de cultivo depende do produto a ser obtido, sendo o meio de cultivo sólido (resíduos agroindustriais) utilizado para a produção de corpos frutíferos para fins alimentares e para a extração de enzimas (QINNGHE *et al.*, 2004), de substâncias com atividades terapêuticas (ZHANG *et al.*, 1994, MIZUNO, 1999; MIZUNO, 2000) e também na bioconversão destes resíduos (THOMAS *et al.*, 1998).

Geralmente são utilizados como substratos para o cultivo de fungos, resíduos agrícolas como as palhas, serragem, bagaços, de forma a utilizar produtivamente o resíduo orgânico antes de sua decomposição natural no solo (NICHOLS, 1992).

Eira (2000) cita 3 grupos de substratos nos quais os cogumelos podem ser cultivados em condições naturais não assépticas:

- Substratos “*in natura*” com relação C:N maior que 100:1, tais como troncos de madeira sem qualquer preparação prévia;
- Resíduos agroindustriais com relação C:N entre 50 e 100:1, tais como palhas pré-tratadas por compostagem curta e pasteurização severa ou apenas pasteurização severa;
- Palhas e resíduos agroindustriais com relação C:N entre 25 e 50:1, com prévia compostagem, pasteurização e condicionamento, sendo que após o condicionamento a relação C:N estreita-se para 16 a 17:1;

Ainda segundo o autor (EIRA, 2000), no sistema de cultivo sob condições axênicas, livre de qualquer outro organismo vivo, o padrão de substrato enriquecido, com uma relação C:N entre 15 e 25:1, pode ser utilizado com algumas vantagens pois o meio de cultura axênico com estreita relação C:N conduz a elevada produtividade, que atende à demanda do mercado e aos custos do processo de esterilização e assepsia.

Os estudos de Gowling e Merrill (1966) *apud* Kurtzman (1978) indicam três possibilidades que permitem a estes fungos, que degradam a lignina, se desenvolverem em substratos com baixo teor de nitrogênio:

- possuírem adaptações fisiológicas que possibilitam a utilização do pouco nitrogênio disponível por substâncias metabolicamente ativas e caminhos que são altamente eficientes na utilização dos constituintes da madeira;
- serem capazes de reutilizar o nitrogênio disponível por um sistema dinâmico e contínuo de autólices e reutilizarem constituintes nitrogenados;
- absorverem e utilizarem o nitrogênio de fontes externas ao substrato, como por exemplo, da atmosfera.

g) Suplementação

Alguns autores citam a relação C:N como determinante para o desenvolvimento dos basidiomas indicando a necessidade de suplementação dos substratos utilizados no cultivo de cogumelos, objetivando incrementar os valores de produtividade e eficiência biológica (BERNARDI *et al.*,2009), embora, de acordo com Oliveira e Urban (2004), o excesso de nitrogênio possa causar a contenção da degradação da lignina, inibindo o crescimento do micélio.

Para Sturion (1994), a fase de desenvolvimento de basidiomas é beneficiada por uma relação C:N baixa, contrariando Zanetti e Ranal (1997) (*apud* BERNARDI *et al.*,2009), para os quais uma concentração de nitrogênio baixa também afeta negativamente a produtividade. Para Zanetti e Ranal (1997), *apud* BERNARDI *et al.* (2009) existe uma concentração ideal de N para miceliação e produção, mas divergências no método e no cálculo dificultam a identificação desse valor (BERNARDI *et al.*,2009).

Vogel e Salmones (2000) realizaram um estudo comparativo entre a produtividade de cepas de *Pleurotus* spp. cultivadas em palha de trigo e suplementadas com farinha de soja na proporção de 5,5%, em relação à massa seca de substrato, e cultivadas em palha de trigo com incorporação de suplemento comercial. Obtiveram um menor tempo de incubação e produção no experimento utilizando o suplemento comercial, sugerindo que, mantendo-se as mesmas condições de cultivo e modificando-se a suplementação pode-se aumentar a produtividade de *Pleurotus* spp.

No estudo do cultivo de *Pleurotus sajor-caju* em diferentes resíduos agrícolas, Dias *et al.* (2003) avaliaram a eficiência biológica, através da relação entre massa úmida dos corpos frutíferos e massa seca de substrato, da produção em palha de feijão e palha de milho puras e enriquecidas com 2% de calcário, 2% de gesso e 10% de farelo de trigo. Obtiveram como resultados, 51,1% de eficiência biológica para a palha de milho não suplementada e 83,3% para a palha de milho suplementada, o que indica a vantagem da suplementação. Já para o experimento realizado com palha de feijão, os pesquisadores não encontraram diferença significativa em termos de eficiência biológica para *Pleurotus sajor-caju* cultivado no substrato suplementado e não suplementado (85,7% e 81,4%, respectivamente) e observaram um aumento no tempo de colonização para o cultivo com suplementação. Os autores sugerem que o excesso de suplementação, em alguns casos, inibe o crescimento micelial do fungo, não sendo indicada para todos os substratos. Da mesma forma, Moda *et al.* (2005) observaram uma redução da eficiência biológica, obtida através da relação entre a massa úmida dos corpos frutíferos e a massa seca de substrato, na produção de *Pleurotus sajor-caju* em bagaço de cana de açúcar, quando comparados os processos sem suplementação (15,66%) e suplementado com quireira de milho (30,03%).

Furlan *et al.* (2000) estudaram a influência da suplementação de palha de arroz com farelo de arroz (5% e 10%) e nitrato de amônia (0,5% e 1,0%), no cultivo de *Pleurotus sajor-caju*. Observaram que a incorporação de ambos os suplementos conduziu a um aumento no rendimento de cerca de 19%, quando comparado ao experimento não suplementado.

O estudo de Sales-Campos *et al.* (2010) avaliou a composição nutricional de diferentes matérias primas provenientes de resíduos madeireiros e da agroindústria da Amazônia (farelo de arroz, farelo de trigo, farelo de milho, mistura de farelos, serragem de marupá, serragem de pau de balsa, estipe de pupunheira triturado,

bagaço de cana de açúcar), utilizados no cultivo de *Pleurotus ostreatus*, e obtiveram os valores descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição centesimal da matéria prima utilizada na formulação do substrato de cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Matéria prima	Proteína (Nx6,25) (%)	Lipídeos (%)	Fibra Total (%)	Cinzas (%)	Umidade (%)	Carboidratos totais (%)	Carboidratos disponíveis (%)
Farelo de arroz	28,63	15,15 ± 0,37	6,44 ± 0,05	10,16 ± 0,02	10,4	35,66	29,23
Farelo de trigo	16,25	3,65 ± 0,19	7,31 ± 0,01	5,17 ± 0,10	10,6	64,33	57,02
Farelo de milho	7,81	11,99 ± 2,32	0,67 ± 0,06	1,16 ± 0,1	11,8	67,24	66,57
Mistura de farelos	29,63	8,16 ± 0,15	6,44 ± 0,10	8,94 ± 0,22	10,4	42,88	36,44
Serragem de marupá	1,75	0,91 ± 0,15	77,77 ± 0,09	0,98 ± 0,26	13,2	83,16	5,39
Serragem de pau de balsa	0,88	0,97 ± 0,14	72,42 ± 0,87	1,13 ± 0,14	12	85,03	12,60
Estipe de pupunheira triturado	2,06	1,32 ± 0,06	38,89 ± 0,16	2,59 ± 0,08	13	81,03	42,14
Bagaço de cana de açúcar	1,00	1,36 ± 0,06	48,83 ± 0,68	0,58 ± 0,11	10,4	86,66	42,84

Fonte: Sales-Campos *et al.*, (2010)

h) Fração de inóculo

O inóculo sólido ou “spawn”, é constituído por um suporte sólido, onde se inocula o micélio fúngico, preparado sob condições assépticas (BONATTI, 2001). De acordo com alguns autores (HESSELTINE, 1987; ABE *et al.*, 1992) neste processo podem ser utilizados como suporte sólido diversos grãos como de centeio, arroz, trigo, painço e sorgo, mas ABE *et al.* (1992) cita que os melhores resultados foram obtidos com os grãos de arroz e de trigo.

Rampinelli (2009), avaliou o efeito da variação da fração de inóculo no cultivo de *Pleurotus djamor* em palha de bananeira, utilizando 2 fluxos produtivos. A autora verificou um efeito positivo sobre o rendimento ao aumentar a fração de inóculo de 5% (59,48% de rendimento) para 10% (79,96% de rendimento).

Santos (2000), ao estudar o efeito da utilização de frações de inóculo de 5 e 10%, em relação à massa de substrato seco, no cultivo de *P. sajor-caju* em palha de bananeira, observou que a fração de inóculo de 10% proporcionou maior eficiência

biológica (9,03%), perda de matéria orgânica (65,08%) e rendimento (93,03%), se comparado aos parâmetros produtivos utilizando a fração de inóculo de 5%, 7,18%, 64,10% e 76,29%, respectivamente.

A fim de avaliarem a influência da fração de inóculo para produção de *Pleurotus ostreatus* em palha de trigo, Bhatti *et al.* (2007) utilizaram frações de 10g a 100 g, com intervalos de 10g, por quilo de substrato seco. Verificaram que as duas melhores frações testadas em termos de rendimento e eficiência biológica foram 70 g/Kg e 60 g/Kg de substrato seco, sem diferença significativa entre si, mas significativamente diferente das outras frações estudadas. Os valores obtidos por estes pesquisadores são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Efeito da fração de inóculo no rendimento e eficiência biológica de *Pleurotus ostreatus* cultivado em palha de trigo.

Fração de inóculo (g/Kg de substrato seco)	Rendimento (%)	Eficiência biológica (%)
10	10,53 f	1,15 e
20	15,13 e	1,55 e
30	15,66 e	1,62 e
40	27,20 d	2,65 d
50	32,00 c	3,30 c
60	44,26 a	4,10 ab
70	45,40 a	4,63 a
80	39,93 b	3,96 b
90	38,26 b	3,72 bc
100	33,40 c	3,70 bc

*Letras iguais indicam diferenças não significativas.

Fonte: BHATTI *et al.*, 2007

Percebe-se que pequenas variações na fração de substrato nem sempre causam aumentos significativos, o que também foi observado por Silveira (2003), que comparando os parâmetros de produção de corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* em inóculo sólido (micélio produzido sobre grãos de trigo) em dois fluxos produtivos, não verificou diferença significativa para as frações de inóculo 5%, 10%, 15% e 20% para eficiência biológica, rendimento e perda de matéria orgânica.

Holtz (2008) também não observou diferença significativa em termos de rendimento, eficiência biológica e perda de matéria orgânica ao utilizar 10 e 20% de inóculo para *P. ostreatus* DSM 1833 cultivado em resíduo têxtil da fiação e da tecelagem na proporção (1:1).

2.4.3 Informações nutricionais de *Pleurotus*

O entendimento de que a saúde é dependente da nutrição leva a necessidade de garantir orientações para a redução das deficiências nutricionais, ainda presentes em nosso país, também como medida preventiva de doenças. A adoção de uma alimentação saudável, para prevenção de doenças crônicas, deve ser abrangente a toda a população brasileira, fundamentada em alimentos identificados em função dos nutrientes necessários a garantia da saúde (SICHIERI *et al.*, 2000).

Sob o ponto de vista nutricional os cogumelos comestíveis do gênero *Pleurotus* apresentam elevado conteúdo protéico quando comparados à maioria dos vegetais (BANO e RAJARATHNAM, 1988). Além disso, seu cultivo possibilita a reciclagem de resíduos agrícolas e agroindustriais (MODA, 2008).

Sua composição química e nutricional varia em função das espécies e linhagens, das condições de cultivo (composição do substrato e condições ambientais), do estágio de maturação, da técnica de colheita aplicada e do processamento pós-colheita (RIGONI *et al.*, 2008), mas em média, apresentam 80 a 90% em massa de água, e a massa seca oferece altos teores de proteínas, carboidratos, fibras, minerais (potássio, cálcio, ferro, zinco, magnésio e fósforo) e baixos teores de lipídios (IACOMINI, 2008).

Segundo Furlani (2004) e Godoy (2008) a maior divulgação do valor nutritivo e das propriedades medicinais dos cogumelos do gênero *Pleurotus* e sua redução de custo proporcionaram um aumento no consumo e conseqüentemente da produção e comercialização deste produto no Brasil.

2.4.3.1 Proteínas

Dentre os fatores que podem influenciar o valor protéico dos cogumelos talvez o mais importante seja o substrato utilizado (FURLANI, 2004). A partir de amostras obtidas no comércio do estado de São Paulo, Furlani e Godoy (2007) avaliaram o conteúdo protéico de *Pleurotus* spp em base seca, obtendo um resultado de 22,22%. Bonatti *et al.* (2004) encontraram em *Pleurotus ostreatus*, cultivados em palha de bananeira, o valor de 16,9% de proteína em massa seca e de 13,0% para o mesmo gênero cultivado em palha de arroz. Já Bano e Rajarathnam (1988) citam como média de valor protéico identificado nas espécies de *Pleurotus*, como 19,80% em massa seca.

Rampinelli *et al.* (2010) obtiveram como percentual de proteína bruta, em *Pleurotus djamor* cultivado em resíduos agroindustriais de bananeira, 20,50% em base seca para o primeiro fluxo de produção e 19,77% para o segundo fluxo.

As análises de proteínas em alimentos são realizadas a partir da contagem do conteúdo de nitrogênio orgânico presente, e da consideração de que as proteínas contêm 16% de nitrogênio. Este cálculo despreza os compostos nitrogenados não protéicos, pois em alimentos estes são, geralmente, desprezíveis. Nos cogumelos, no entanto, há uma quantidade significativa de compostos nitrogenados não protéicos e desta forma, não se deve utilizar o mesmo fator de correção utilizado para os demais alimentos (6,25). Neste caso convencionou-se a consideração de que 70% dos compostos nitrogenados existentes no cogumelo sejam digeríveis pelo organismo humano, aplicando-se então o fator de correção 4,38 (MILES e CHANG, 1997), que pode não ser adequado para algumas espécies, devido à variação no teor de quitina, amônia e outros compostos nitrogenados não protéicos entre espécies (RANZANI e STURION, 1998).

2.4.3.2 Gordura

Segundo Sturion e Oetterer (1995), os cogumelos contêm um baixo percentual de gordura, que pode variar entre 2 e 8% da matéria seca de acordo com a espécie cultivada e o substrato utilizado para cultivo, sendo que o maior percentual de gordura (aproximadamente 70%) é composto por ácidos graxos insaturados

(BERNAS *et al.*, 2006).

Wang *et al.* (2001) obtiveram percentuais de gordura, em *P. ostreatus* cultivados em resíduos de cervejaria, entre 4,3 e 4,7%. Já Toro *et al.* (2006) em *Pleurotus ostreatus* cultivados em palha de trigo, obtiveram os valores máximos de 5,19% de gordura em massa seca e o mínimo de 4,58%. Furlani e Godoy (2007) analisaram amostras de *Pleurotus* spp., comercializadas no estado de São Paulo, encontrando valores entre 2,46 a 5,12 % de gordura, em base seca.

Bonatti *et al.* (2004), fizeram análises em *Pleurotus ostreatus* cultivados em palha de bananeira e em palha de arroz, obtendo os valores de 5,97 % e 6,32 % de gordura em base seca respectivamente, para cada um dos substratos de cultivo.

No cultivo de *Pleurotus ostreatus* em resíduo de algodão da indústria têxtil, Holtz (2008) encontrou 3,9 % de teor de gordura. Rampinelli *et al.* (2010) obtiveram como percentual de gordura bruta, em *Pleurotus djamor* cultivado em resíduos agroindustriais de bananeira, 1,12% em base seca para o primeiro fluxo de produção e 1,09% para o segundo fluxo, enquanto Bano e Rajarathnam (1988) citam como média de valor de gordura, em base seca, identificado nas espécies de *Pleurotus*, o valor de 2,85 %.

2.4.3.3. Carboidratos

Depois da água, os carboidratos são os principais constituintes dos cogumelos, com teor médio para *Pleurotus* spp. de 65,82% em base seca (FURLANI e GODOY, 2007).

Em seu estudo de cultivo de *P. ostreatus* em resíduo de algodão da indústria têxtil, Holtz (2008) encontrou 40% de carboidratos em base seca.

Para Bonatti *et al.* (2004) o teor de carboidratos em *Pleurotus* spp. cultivado em palha de bananeira, variou entre 43,0 e 47,0% em base seca.

Já Rampinelli *et al.* (2010) obtiveram como percentual de carboidratos totais, em *Pleurotus djamor* cultivado em resíduos agroindustriais de bananeira, 32,69% em base seca para o primeiro fluxo de produção e 27,37% para o segundo fluxo, enquanto Bano e Rajarathnam (1988) citam o grande intervalo entre 46,6 % e 81,8 % para percentual de carboidratos em relação à massa seca de diferentes espécies de *Pleurotus*.

2.4.3.4 Fibras

Segundo Breene (1990) as fibras representam de 3 a 32 % em massa seca, nos cogumelos em geral. Bano e Rajarathnam (1988) citam o intervalo de 7,5 a 27,6 % em massa seca para cogumelos do gênero *Pleurotus*.

Toro *et al.* (2006) encontraram uma variação de 11,0 a 11,9 % (massa seca) de fibra bruta em *Pleurotus* spp. e Bonatti *et al.* (2004) detectaram, em diferentes espécies de *Pleurotus* cultivados em palha de bananeira, uma variação 7,60 a 9,41 % de fibra bruta (massa seca).

Em seu estudo de cultivo de *P. ostreatus* em resíduo de algodão, Holtz (2008) encontrou o valor de 15,52 % (massa seca) para fibra.

Rampinelli *et al.* (2010) obtiveram como percentual de fibra bruta, em *Pleurotus djamor* cultivado em resíduos agroindustriais de bananeira, 22,43% em base seca para o primeiro fluxo de produção e 12,69% para o segundo fluxo.

2.4.3.5 Cinzas e Minerais

A análise de cinzas de uma amostra sugere seu teor de elementos minerais e, de acordo com Bano e Rajarathnam (1988), representam cerca de 10 % da matéria seca de cogumelos comestíveis. Os estudos de Bonatti *et al.* (2003) definiram como teor de cinzas para *Pleurotus ostreatus*, quando cultivados em palha de bananeira, o valor de 5,58 % em massa seca para o primeiro fluxo de produção e de 5,02% para o segundo fluxo. Os mesmos autores avaliaram o teor de cinzas de *Pleurotus sajor-caju* cultivados em palha de bananeira, obtendo o resultado de 5,14% em base seca para o primeiro fluxo de produção e 4,08% para o segundo fluxo. Çaglarirmak (2007) fez seu estudo em base úmida e encontrou o valor de 0,63 % para teor de cinzas de *P. ostreatus*.

Rampinelli (2009) determinou o conteúdo de cinzas nos corpos frutíferos de *P. djamor* cultivados em resíduos agroindustriais de bananeira obtendo os percentuais de 7,40% para o 1º fluxo de produção e 6,34% para o 2º fluxo.

No estudo da produção de corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* em resíduos de algodão da indústria têxtil, Holtz (2008) analisou minerais obtendo os resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Teor de minerais encontrados em *Pleurotus ostreatus* cultivado em resíduos de algodão da indústria têxtil.

Mineral	(mg/g)
K	23,6
P	10
Mg	0,3
Ca	0,34
Na	0,56
Zn	0,15
Fe	0,08
Mn	0,01

Fonte: Holtz, 2008

Sales-campos *et al.* (2009) estudaram a composição mineral de *Pleurotus ostreatus* cultivado em resíduos madeireiros e agroindustriais da região amazônica, obtendo valores distintos para cada substrato conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Composição mineral do cogumelo *Pleurotus ostreatus* cultivado nos diferentes resíduos madeireiros e agroindustriais da região amazônica.

Substrato	Macronutrientes					Micronutrientes			
	Ca	Mg	P	K	Na	Fe	Zn	Mn	Cu
	(g/kg)					(mg/kg)			
Serragem de marupá	0,47	2,50	7,40	39,68	154,00	151,00	118,00	23,00	11,69
Serragem de pau de balsa	0,34	2,12	10,60	36,83	172,67	131,33	124,00	20,33	10,97
Estipe de pupunheira	0,57	1,57	9,74	42,18	181,90	115,67	82,00	16,00	9,10
Bagaço de cana	0,60	2,12	6,95	41,52	194,40	123,00	96,00	20,67	10,39

Fonte: Sales-campos *et al.*, 2009

Sturion e Ranzani (2000) analisaram a composição mineral de cogumelos do gênero *Pleurotus*, adquiridos frescos junto a produtores que abastecem o comércio de Piracicaba, São Paulo. Obtiveram como valores médios das espécies de *Pleurotus* avaliadas, maiores concentrações de potássio (32,8 mg/g em massa seca) e fósforo (14,1 mg/g em massa seca). Neste mesmo estudo foram avaliados teores

de metais tóxicos, sendo comparados com os limites permitidos pelo Decreto n°. 55871 da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (1965), e os autores não puderam afirmar que os cogumelos avaliados estivessem livres de contaminação por Pb, Cr e Hg.

Rampinelli *et al.* (2010) determinaram o conteúdo de fósforo e potássio nos corpos frutíferos de *P. djamor* cultivados em resíduos agroindustriais de bananeira obtendo os valores de 135,45 mg/100 g de fósforo em base úmida para corpos frutíferos do primeiro fluxo de produção e 86,11 mg/100 g para corpos frutíferos do segundo fluxo. O teor de potássio encontrado pelos autores foi de 312,4 mg/100g em base úmida para corpos frutíferos do primeiro fluxo de produção e 244,65 mg/100 g para corpos frutíferos do segundo fluxo. Segundo os mesmos autores, os corpos frutíferos do primeiro fluxo de produção de *P. djamor* cultivados em resíduos agroindustriais de bananeira, podem ser considerados fonte de potássio e fósforo de acordo com a Portaria da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) n° 27 de 1998.

Rampinelli (2009) também analisou os teores de minerais como cádmio (Cd), cromo (Cr), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) nos corpos frutíferos de *P. djamor* cultivados em resíduos agroindustriais de bananeira, já que o gênero *Pleurotus* tem o poder de bioacumular metais pesados, sendo eficientes em processos de biorremediação de solos (MARQUEZ-ROCHA, 2000). Os resultados obtidos foram comparados aos valores estabelecidos pelo Decreto n° 55871 de 26 de março de 1965 que regulariza os limites máximos de tolerância (LMT) de contaminantes inorgânicos em alimentos (BRASIL, 1989). Os resultados encontrados pelo autor são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Teores de cádmio (Cd), cromo (Cr), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) em mg/kg de corpos frutíferos frescos e comparação com os limites máximos de tolerância de contaminantes inorgânicos em alimentos pelo Decreto no 55871.

Minerais	Limite máximo de tolerância (Decreto nº 55871) (mg/Kg)	Corpos frutíferos de 1º fluxo (mg/Kg)	Corpos frutíferos de 2º fluxo (mg/Kg)
Cd	1,00	0,0436	0,494
Cr	0,10	0,0784	0,0852
Pb	0,80	< 0,0486	0,0862
Hg	0,01	0,0298	0,0337

Fonte: Rampinelli, 2009

Percebe-se pela análise de resultados que os teores de Cd, Cr e Pb não atingiram o limite máximo permitido pelo Decreto nº 55871. Porém, o valor de Hg ultrapassou o limite máximo de tolerância, tanto nos corpos frutíferos de 1º quanto nos de 2º fluxo (RAMPINELLI, 2009).

2.4.3.6 Umidade

De acordo com Bano e Rajarathnam (1988) o teor de umidade dos cogumelos varia de acordo com o período pós-colheita, a temperatura, a umidade relativa do ar durante o crescimento, o tempo e a forma de estocagem. Bonatti *et al.* (2004) avaliaram o teor de umidade de *P. ostreatus* cultivado em palha de bananeira (88,06 %) e em palha de arroz (85,64 %), não encontrando variação considerável; o que sugere que o tipo de substrato não influencia no teor de umidade do cogumelo.

Manzi *et al.* (2004) e Silveira (2003) encontraram como teor de umidade de *P.ostreatus* o valor médio de 90 %.

3 METODOLOGIA

3.1 Microrganismo e manutenção

Foi utilizada a linhagem *Pleurotus ostreatus* obtida da “Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH” sob o código DSM 1833. A cultura foi mantida em placas de Petri contendo meio TDA (FURLAN *et al.*,1997), com a seguinte composição por litro: extrato de trigo (obtido da fervura de grãos de trigo em água na proporção de 1:2 (m/v), durante 10 minutos, filtrado), 20g de dextrose e 15g de ágar. O meio foi esterilizado em autoclave a 121°C, durante 20 minutos. Cada placa foi inoculada com um disco de ágar de 12mm de diâmetro, contendo o micélio fúngico, proveniente de uma cultura prévia, colocada no centro da placa, incubada na faixa de temperatura entre 23°C e 28°C até o desenvolvimento do micélio por toda placa. As placas foram conservadas em refrigerador, por até 3 meses.

3.2 Produção de corpos frutíferos

Para o estudo da produção de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833 em bainha, folhas e bainha e folhas (1:1) da pupunheira foi utilizado um planejamento fatorial 2², ou seja, dois fatores (variáveis) em dois níveis, totalizando 4 experimentos para cada substrato, mais um experimento para o ponto central, como descrito na Tabela 7.

Tabela 7 - Planejamento fatorial dos experimentos para a produção de *Pleurotus ostreatus* DSM1833. Os índices (-) e (+) indicam o nível de cada variável como inferior e superior, respectivamente.

Variáveis	Níveis	
	-	+
Fração de inóculo (%)	5	20
Fração de farelo de arroz (%)	2	10

Experimento	Fração de inóculo (%)	Fração de farelo de arroz (%)
01	5	10
02	5	2
03	20	10
04	20	2
05	10	5

3.2.1 Condições de cultivo

Conforme metodologia descrita por Bonatti *et al.* (2004), para a produção do inóculo foi utilizado como substrato e suporte para crescimento, grãos de trigo lavados em água corrente e cozidos durante 10 minutos (após início da fervura) em água destilada na proporção 1:2 (grãos de trigo:água – p:v). O extrato proveniente do cozimento foi drenado e os grãos foram suplementados com carbonato de cálcio (CaCO₃) e sulfato de cálcio (CaSO₄) nas proporções de 0,35% e 1,3%, respectivamente, com relação ao peso dos grãos antes da fervura. A adição destes componentes tem a finalidade de manter o pH ligeiramente alcalino e deixar os grãos descompactados.

Os grãos cozidos e suplementados foram então embalados (250g de grãos de trigo/pacote de polipropileno), fechados e esterilizados em autoclave a 121°C, durante 1 hora. Após a esterilização, cada pacote foi inoculado com 3 discos de ágar com 12mm de diâmetro contendo o micélio fúngico e incubado, em ausência de luz, até colonização total dos grãos de trigo.

3.2.1.1 Preparo dos substratos e incubação

A balsa e as folhas da pupunheira cedidas por produtores rurais de Joinville, SC, foram trituradas em partículas de aproximadamente 5 cm, secas em estufa a 60°C por 40 h, e divididas em 3 blocos para os experimentos: parte da balsa e das folhas foram embaladas separadamente em sacos de rafia, e o restante foi misturado em partes iguais (50% balsa e 50% folhas) e posteriormente embalado em sacos de rafia. Posteriormente os sacos de rafia foram imersos em água, separadamente, por 12 horas e escorridos por aproximadamente 2 h (Madan *et al.*, 1987). Em seguida, massas correspondentes a 150g de substrato em base seca, foram acondicionadas em pacotes de polipropileno (28 x 40 cm), suplementadas com 2, 5 ou 10 % de farelo de arroz de acordo com a Tabela 7, fechados com respiro de espuma e esterilizados em autoclave a 121°C, por 2h. A suplementação com farelo de arroz foi sugerida com o objetivo de suprir as necessidades de nitrogênio para o crescimento do basidiomiceto, já que resíduos lignocelulósicos possuem baixo teor de nitrogênio. A inoculação ocorreu em câmara de fluxo laminar utilizando percentuais de 5, 10 ou 20 % de inóculo em relação à massa de substrato seco conforme descrito na Tabela 7. A incubação deu-se a 30°C, em estufa, na ausência de luz, até a completa colonização do substrato pelo micélio, por aproximadamente 20 dias.

Após o completo crescimento micelial, os pacotes sofreram um choque térmico quando colocados em refrigeração (4°C) por 14 dias, a fim de induzir o processo de frutificação (IIZUKA e TAKEUCHI, 1978).

Os pacotes foram então encaminhados para a câmara de cultivo. A câmara possuía uma área de 9 m², e os pacotes foram pendurados em prateleiras a 180, 120 e 60 cm do solo, recebendo automaticamente iluminação de aproximadamente 270 lux, num fotoperíodo de 12 horas de luz/dia. A temperatura foi mantida em torno de 27°C e a umidade relativa do ar em torno de 90% (SANTOS, 2000; BONATTI, 2001; SILVEIRA, 2003). O ambiente da câmara de cultivo com os pacotes do composto inoculado, podem ser observados na Figura 10.



Figura 10 - Câmara de frutificação contendo pacotes com o substrato colonizado por *P.ostreatus*.

Fonte: Arquivo pessoal, 2011

3.2.1.2 Frutificação e colheita

Foi realizada a indução dos primórdios através de pequenas perfurações, de aproximadamente 0,5cm, nos pacotes plásticos com o auxílio de um estilete. Quando observadas emissões de primórdios, os pacotes foram abertos nos locais do aparecimento, para propiciar a frutificação.

O ponto de colheita foi definido por análise visual, conforme descrito por Sturion (1994) e Bononi *et al.* (1995), ou seja, quando as margens do píleo apresentavam-se planas, no estágio precedente a esporulação, como apresentado na Figura 11.



Figura 11- Ponto de colheita de *P. ostreatus*.
Fonte: Arquivo pessoal, 2011

Os corpos frutíferos foram então colhidos com auxílio de um estilete, pesados em balança semi-analítica para determinação da massa úmida e desidratados a 40 °C por 24 h em estufa com circulação de ar forçada, para a determinação da massa de corpos frutíferos secos.

Os pacotes com o substrato residual foram secos em estufa a 105°C, até massa constante, para a determinação da massa seca de substrato após o cultivo. A massa seca do substrato antes do cultivo foi determinada pela média de 2 pacotes contendo bainha, folhas ou bainha e folhas (1:1) de pupunheira, com as devidas proporções de inóculo e farelo de arroz (Tabela 7), esterilizados em autoclave a 121°C por 2 horas e secos em estufa a 105°C até massa constante.

3.3 Avaliação dos parâmetros produtivos

Os experimentos foram realizados em 7 replicatas, das quais avaliou-se o rendimento, a eficiência biológica e a perda de matéria orgânica.

3.3.1 Rendimento

Para determinação do rendimento do processo, foi utilizada a relação proposta por CHANG *et al.* (1981), que relaciona a massa úmida dos corpos frutíferos e a massa de substrato seco (Equação 1).

$$R (\%) = \frac{\text{Massa úmida dos corpos frutíferos}}{\text{Massa de substrato seco}} * 100 \quad (1)$$

3.3.2 Eficiência Biológica

A eficiência biológica do processo foi determinada pela relação entre a massa dos corpos frutíferos secos e a massa de substrato seco, proposta por BISARIA *et al.* (1987) (Equação 2).

$$EB (\%) = \frac{\text{Massa de corpos frutíferos secos}}{\text{Massa de substrato seco}} * 100 \quad (2)$$

3.3.3 Perda de matéria orgânica

A perda de matéria orgânica foi calculada a partir da relação entre a diferença da massa seca do substrato inicial, antes da frutificação, e da massa seca do substrato final, depois da frutificação e colheita, pela massa seca de substrato inicial (BONATTI *et al.*, 2004) (Equação 3).

$$PMO (\%) = \frac{(\text{Massa seca de substrato inicial} - \text{Massa seca de substrato final})}{\text{Massa seca de substrato inicial}} * 100 \quad (3)$$

3.4 Metodologia analítica

A Figura 12 apresenta um esquema ilustrativo das análises realizadas.

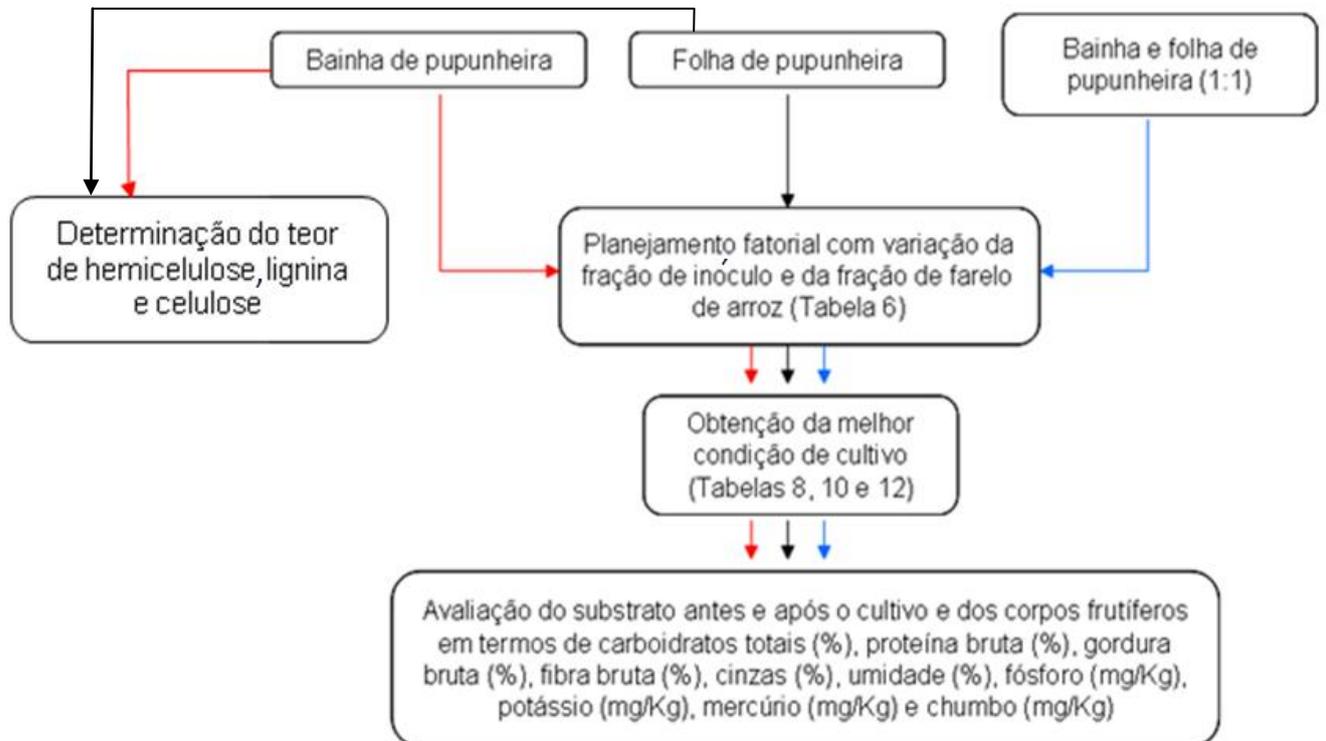


Figura 12 – Esquema ilustrativo dos experimentos e das análises realizadas nos substratos e corpos frutíferos.

3.4.1 Preparo das amostras para análise

a) Bainha e folhas de pupunheira

Amostras de bainha e das folhas de pupunheira foram colocadas em estufa com circulação de ar forçada (QUIMIS-Q314M272) a uma temperatura de 60° C por aproximadamente 40 horas. O material seco foi triturado em forrageiro (CID-125L), e em seguida em moinho de bolas (MAGMONT), obtendo-se partículas com diâmetros aproximados de 1,6 mm de bainha e 1,7mm de folha.

b) Substrato antes do cultivo

Dois pacotes de cada substrato (bainha, folhas ou bainha e folha (1:1) de pupunheira) com a proporção de inóculo e farelo de arroz definidas pelo planejamento fatorial, foram esterilizados em autoclave a 121°C por 2 horas e secos em estufa a 105°C até massa constante, conforme descrito no item 3.2.1.2. Na sequência foram triturados em liquidificador e utilizados como amostra de substrato antes do cultivo.

c) Substrato após o cultivo

Para a obtenção da amostra de substrato após o cultivo, foi retirada uma alíquota de cerca de 20% de substrato de cada pacote da condição de cultivo definida pelo planejamento fatorial, após a secagem descrita no item 3.2.1.2. As amostras foram trituradas em liquidificador, misturadas, e consideradas amostras de substrato após o cultivo.

d) Corpos frutíferos

Os corpos frutíferos provenientes do experimento da melhor condição de cultivo, secos em estufa a 40°C por 24 horas, foram misturados e triturados com o auxílio de liquidificador, almofariz e pistilo. Estas amostras foram secas em estufa a 105°C até massa constante (SILVA, 1981).

3.4.2 Hemicelulose

De acordo com a metodologia proposta por Silva (1981), para a determinação do teor de hemicelulose é necessária prévia preparação das seguintes soluções:

- Solução de Fibra Detergente Neutra (FDN)

Em um copo de Bequer misturou-se 30 g de sulfato láurico de sódio, 18,61 g de EDTA, 6,81 g de borato de sódio, 4,56 g de fosfato ácido de sódio, 10 mL de 2-

metoxietanol e 1,0 L de água. Deixou-se em um agitador magnético até todos os sólidos se dissolverem completamente e em seguida transferiu-se para um frasco âmbar.

- Preparação da solução de Fibra Detergente Ácida (FDA)

Em um copo de Bequer misturou-se 20 g de brometo-cetil-trimetilamônio e 1 L de ácido sulfúrico 1N. Deixou-se em um agitador magnético até o sólido se dissolver completamente e em seguida transferiu-se para um frasco âmbar.

Após o preparo das duas soluções, em um balão de fundo redondo adicionou-se 1,0 g da amostra, 0,5 g de sulfito de sódio, 100 mL de FDN e algumas gotas de antiespumante polipropileno glicol P2000 e, acoplado a um condensador, aqueceu-se até ferver. Após uma hora de fervura lavou-se a amostra três vezes com água fervente e filtrou-se a vácuo na última vez. A amostra no funil de Büchner foi lavada duas vezes com 30 mL de acetona. Transferiu-se a amostra para uma cápsula de porcelana previamente lavada, seca em estufa a 105° C por 20 minutos, resfriada em dessecador e pesada. A cápsula de porcelana contendo a amostra foi colocada em estufa a 105° C por 8 horas, em seguida resfriada em dessecador e pesada.

O mesmo processo foi usado com a FDA sendo adicionado no balão 1,0 g da amostra, 100 mL de FDA e algumas gotas de antiespumante polipropileno glicol P2000.

O teor de hemicelulose foi obtido pela diferença entre o percentual de fibras obtido pela digestão neutra (FDN) da amostra e o percentual de fibras obtido a partir da digestão ácida da amostra (FDA).

3.4.3 Lignina

Para a determinação do teor de lignina foi necessária prévia preparação das seguintes soluções (SILVA, 1981):

- Permanganato de potássio

Dissolveu-se 50 g de KMnO_4 em 1,0 L de água.

- Solução tampão

Em um copo de Bequer, sobre um agitador magnético, dissolveu-se 6,0 g de nitrato férrico hidratado e 0,15 g de nitrato de prata em 100 mL de água destilada. Adicionou-se 500 mL de ácido acético glacial, 5 g de acetato de potássio e 400 mL de álcool butil terciário.

- Solução de permanganato de potássio tamponado

Misturou-se a solução de permanganato de potássio e a solução tampão na proporção 2:1 v/v. A solução foi guardada em refrigerador na ausência de luz.

- Solução de desmineralização

Dissolveu-se 15 g de ácido oxálico diidratado em 200 mL de etanol 95%. Adicionou-se 15 mL de ácido clorídrico concentrado (12N) e 75 mL de água destilada.

As amostras oxidadas com o detergente ácido, oriundas da análise de hemicelulose, foram utilizadas como amostras para determinação de lignina.

As amostras foram transferidas para cadinhos Goochs que foram colocados em uma bandeja contendo uma camada de água de 2 a 3 cm de altura.

Adicionou-se 30 mL de solução de permanganato de potássio tamponado em cada cadinho para que os níveis de água da bandeja e de solução nos cadinhos se igualassem. Foi colocado um bastão de vidro em cada cadinho e seu conteúdo foi agitado por 15 minutos, permitindo o contato entre a solução de permanganato e todas as partículas da amostra. Após 15 minutos o material foi filtrado a vácuo. Este procedimento foi repetido, com a troca da água da bandeja e a adição de 30 ml de solução de permanganato de potássio tamponado em cada cadinho, por mais 3 vezes, sendo a amostra deixada em contato com a solução de desmineralização primeiramente por 90 minutos e depois por 10 minutos e finalmente por mais 10 minutos.

As amostras foram então lavadas por três vezes com 30 mL de etanol 80% e posteriormente filtradas a vácuo.

Na sequência foram lavadas duas vezes com 30 mL de acetona e filtradas a vácuo.

As amostras foram transferidas então para cápsulas de porcelana previamente secas e pesadas em balança analítica. As cápsulas foram deixadas em estufa a 105° C por 8 horas, e depois de resfriadas em dessecador, as mesmas foram pesadas.

A diferença entre o percentual de fibras obtido pela digestão ácida (FDA) e o percentual obtido pela oxidação com ácido acético e permanganato de potássio desta amostra, é o teor de lignina.

3.4.4 Celulose

As amostras secas da análise de lignina foram colocadas em forno mufla a 500°C por duas horas, resfriadas em dessecador e pesadas.

A diferença entre o percentual de fibra obtido pela secagem em estufa da amostra utilizada para a análise de lignina e o percentual de fibra após calcinação da mesma amostra, é o teor de celulose (SILVA, 1981).

3.4.5 Carboidratos

Os carboidratos ácido-digeríveis foram extraídos por refluxo com ácido clorídrico diluído durante 2,5 horas e determinados colorimetricamente em triplicata, segundo o método A.O.A.C (1984). A determinação dos carboidratos ácido-digeríveis consistiu em deixar 0,5g de amostra em contato com 50mL de ácido clorídrico 0,6N, em ebulição, por 2,5 horas. Após, o hidrolisado foi filtrado em papel filtro quantitativo (faixa preta – QUANTY JP41) e recolhido em balão volumétrico de 250mL, sendo este volume completado com água deionizada. Os açúcares redutores totais resultantes foram determinados colorimetricamente pelo método DNS (MILLER, 1959), conforme descrito em 3.4.5.1

3.4.5.1 Determinação da concentração de açúcares redutores por DNS

A concentração de açúcares redutores foi determinada pelo método DNS – ácido 3,5-dinitrosalicílico (MILLER, 1959) com leitura da absorbância a 540nm, em espectrofotômetro.

Os açúcares redutores podem ser detectados ou determinados quantitativamente com base em sua oxidação. Os grupos aldeídos são oxidados a grupos carboxílicos, em presença de ácido 3,5-dinitrosalicílico. O ácido 3,5-dinitrosalicílico (agente oxidante) é, por sua vez, reduzido à ácido 3-amino-5-nitrossalicílico, que apresenta coloração amarelada. A intensidade da coloração, medida a 540nm, é proporcional à concentração de açúcar redutor na amostra.

Para o preparo do reagente DNS dissolveu-se, a quente, 5g de ácido 3,5-dinitrosalicílico em 100mL de hidróxido de sódio 2N e 150g de tartarato duplo de sódio e potássio em 250mL de água destilada, separadamente. Misturou-se as duas soluções e completou-se o volume a 500mL com água.

Para o cálculo da concentração de açúcares redutores totais da amostra foi obtida uma curva de calibração (Apêndice A), a partir da leitura da absorbância a 540 nm, em espectrofotômetro, de soluções de glicose com concentrações conhecidas, variando entre 0 e 1. A 0,5 mL destas soluções de glicose foram adicionados 0,5mL do reagente DNS, e levados a banho-maria a 100°C durante 5 minutos. Após este intervalo de tempo, a reação foi interrompida, resfriando-se a mistura em água com gelo. Em seguida foram adicionados 5mL de água destilada e, após homogeneização, efetuou-se a leitura da absorbância da solução a 540 nm, em espectrofotômetro.

A partir das leituras obtidas foi traçada uma curva de calibração típica (apêndice).

Da mesma forma, 0,5mL do reagente DNS foi adicionado a 0,5mL de amostra, aquecidos em banho-maria a 100°C durante 5 minutos. Posteriormente a amostra foi resfriada em banho de gelo e adicionada de 5 ml de água destilada. As amostras foram homogeneizadas e efetuou-se a leitura da absorbância da solução a 540 nm, em espectrofotômetro, realizando-se o cálculo da concentração de açúcares redutores totais a partir da curva de calibração típica obtida.

3.4.6 Proteína Bruta

As análises de proteína do substrato foram realizadas através do método micro Kjeldahl, obtendo-se o teor de nitrogênio total e posteriormente o teor de proteína. Por meio de uma digestão ácida a 350°C, com 5 g de catalisador (86,45% sulfato de sódio, 7,13% sulfato de cobre e 6,42% selenito de sódio), 20 mL de ácido sulfúrico PA e 1g de amostra, o nitrogênio foi transformado em amônio (NH₄)⁺, e posteriormente separado por destilação. Na etapa da destilação, a solução foi levada ao destilador, onde, em contato a quente com NaOH 1:1, reagiu formando amônia. A solução destilada foi recolhida em frasco Erlenmeyer de 250mL contendo 20 mL de ácido clorídrico 0,1 N fatorado. A destilação foi encerrada a partir da não reação da solução destilada com o reagente de Nessler, verificado através da não mudança de coloração do indicador. O reagente de Nessler era composto de 14,3g de hidróxido de sódio, 5g de iodeto de mercúrio e água até o volume de 100mL, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

A solução destilada recolhida foi, finalmente, dosada por titulação com hidróxido de sódio 0,1N fatorado, utilizando, como indicador, fenolftaleína. O teor de nitrogênio da amostra foi então calculado a partir das Equações 4 e 5:

$$N (\%) = \frac{(V \times N) \times 14}{\text{Massa da amostra (mg)}} * 100 \quad (4)$$

$$(V \times N) = (V_1 \times N_1) - (V_2 \times N_2) \quad (5)$$

Onde

V₁ = Volume (em litros) de ácido clorídrico 0,1 N disposto no frasco Erlenmeyer, no caso 20 mL.

N₁ = fator de normalidade da solução de ácido clorídrico disposto no frasco Erlenmeyer, no caso 0,1 N.

V₂= Volume (em litros) de hidróxido de sódio 0,1 N gasto na titulação.

N₂= fator de normalidade da solução de hidróxido de sódio utilizado na titulação, no caso 0.1 N.

Para a maioria dos alimentos o teor de proteína é calculado utilizando-se um fator de correção a partir do conteúdo de nitrogênio orgânico presente. O fator utilizado para cálculo do teor de proteínas do substrato foi 6,25, assumindo que as proteínas contêm 16% de nitrogênio e que são totalmente digeríveis.

O percentual de proteínas foi calculado através da Equação 6.

$$P (\%) = N(\%) \times 6,25 \quad (6)$$

Onde:

$N (\%) =$ Teor de nitrogênio

As análises de proteína dos corpos frutíferos foram realizadas através do método macro KJELDAHL de acordo com o A.O.A.C (1984), obtendo-se o teor de nitrogênio total e posteriormente o teor de proteína. Por meio de uma digestão ácida, a 350°C, com 5,0 g de catalisador (86,45% sulfato de sódio, 7,13% sulfato de cobre e 6,42% selenito de sódio), 20 mL de ácido sulfúrico PA e 1g de amostra, o nitrogênio foi transformado em amônio (NH₄)⁺. A digestão foi interrompida quando a amostra obteve sua coloração alterada de marrom escuro (início da digestão) a um verde límpido e fluorescente.

Posteriormente a solução digerida foi resfriada, diluída com 10mL de água destilada e levada ao destilador, onde, em contato a quente com NaOH (1:1), reagiu formando amônia. O NaOH foi gotejado na solução digerida até que a mesma tornou-se negra, quando se encerrou o gotejamento e iniciou-se a destilação. A solução destilada foi recolhida em frasco Erlenmeyer de 250mL contendo 25mL de solução de ácido bórico a 4% e os indicadores vermelho de metila e verde de bromocresol, até o volume total de 150 mL. A solução de ácido bórico e indicadores foi feita a partir da dissolução de 4g de ácido bórico, 0,7 mL de vermelho de metila e 1,0 mL de verde de bromocresol em 100 mL de água.

A solução recolhida foi, finalmente, dosada por titulação com ácido clorídrico a 0,1N fatorado obtendo-se o teor de nitrogênio da amostra.

Todos os procedimentos de digestão, destilação e titulação foram realizados com uma amostra padrão, em ausência de material proveniente do corpo frutífero para correção de qualquer percentual de nitrogênio oriundos dos reagentes.

O percentual de nitrogênio da amostra de corpo frutífero foi, então, calculada

através da Equação 7.

$$N(\%) = \frac{(V_1 - V_2) \times N_1 \times \text{mmN}}{P \text{ amostra}} * 100 \quad (7)$$

Onde:

V_1 = volume de HCl utilizado na titulação da amostra contendo corpos frutíferos

V_2 = Volume de HCl utilizado na titulação da amostra padrão

N_1 = Normalidade do HCl utilizado na titulação

mm N= Massa molar do Nitrogênio

P amostra= massa de amostra de corpo frutífero analisada

Da mesma forma, o teor de proteína foi calculado utilizando-se um fator de correção a partir do conteúdo de nitrogênio orgânico presente. O fator comumente utilizado para alimentos, 6,25, despreza quantidades de compostos nitrogenados não protéicos presentes em alimentos e que são, na grande maioria, insignificantes. Os cogumelos, porém, possuem uma quantidade significativa de compostos nitrogenados não protéicos na forma de quitina em suas paredes celulares e tais compostos não são digeríveis. Para não superestimar o conteúdo protéico de cogumelos o fator 4,38 foi adotado, pois esse valor assume que apenas 70% dos compostos nitrogenados existentes no cogumelo sejam digeríveis pelo organismo humano (MILES e CHANG, 1997).

O teor de proteína bruta foi calculado através da multiplicação do teor de nitrogênio total pelo fator de correção de 4,38 segundo a Equação 8 (MILES e CHANG, 1997).

$$P(\%) = N(\%) \times 4,38 \quad (8)$$

3.4.7 Gordura Bruta

O teor de gordura bruta foi determinado gravimetricamente após contínua extração das amostras com éter sulfúrico em equipamento Soxhlet, segundo método A.O.A.C (1984). Balões de fundo chato de 250 mL foram lavados, secos a 105°C em estufa, resfriados em dessecador e pesados em balança analítica. O cartucho de extração de celulose com 3,0g de amostra foi colocado dentro do tubo de refluxo do Soxhlet e este foi acoplado ao balão. Foi adicionado o solvente éter sulfúrico PA (100mL) e conectado a um condensador. Este conjunto foi aquecido até a solução tornar-se volátil e mantido a aproximadamente 40°C. Ao condensar-se, o éter circulou sobre a amostra durante 6 horas, arrastando toda fração gordurosa e demais substâncias solúveis em éter. O éter foi recuperado em outro recipiente, enquanto a gordura extraída, foi seca em estufa a 105°C por 12 horas, e calculada pela diferença de massas do balão antes e após a extração.

3.4.8 Fibra Bruta

A fibra bruta foi estimada como massa seca do resíduo que permanece após digestão ácida e alcalina, segundo método A.O.A.C (1984). 3,0g de amostra foram submetidas à digestão ácida (200mL H₂SO₄ – 0,255N) a uma temperatura de 150°C.

Após 30 minutos de digestão a mistura foi filtrada em papel filtro quantitativo (faixa preta – QUANTY JP41) e lavada com água fervente até pH neutro. Em seguida a amostra foi submetida à digestão básica (200mL NaOH – 0,313N) a uma temperatura de 150°C durante 30 minutos. O tubo com amostra foi lavado com água fervente até pH neutro e após foi lavado duas vezes com 20mL de álcool etílico 96°, vertendo-se a amostra, na última vez, em filtro quantitativo (faixa preta – QUANTY JP41).

O resíduo orgânico foi então, lavado duas vezes com 10mL de éter sulfúrico e colocado em cápsula de porcelana previamente seca em estufa a 105°C por 20 minutos e em mufla a 600°C por 15 minutos. A cápsula contendo a amostra foi primeiramente seca em estufa, a 105°C por 2 horas, colocada em dessecador e pesada, e então foi seca a 600°C, por 1 hora, e novamente colocada em dessecador e pesada. A fibra bruta foi calculada por diferença de massa da amostra obtida após secagem em estufa e após a calcinação na mufla.

3.4.9 Cinzas

O percentual de cinzas foi calculado pela massa da amostra após incineração segundo método A.O.A.C (1984). 1,0g de amostra foi colocado em cápsulas de porcelana previamente secas em mufla e calcinado a 600°C durante 4 horas.

As cápsulas contendo amostra foram então resfriadas em dessecador e pesadas em balança analítica.

O teor de cinzas foi determinado pela relação entre a massa da amostra após calcinação na mufla e a massa inicial da amostra vezes 100.

3.4.10 Minerais

As análises de fósforo, potássio, chumbo e mercúrio foram realizadas pelo laboratório Natrium Química (Joinville, SC), com metodologia baseada no Standard Methods (1998). Os laudos emitidos pelo referido laboratório estão disponíveis nos anexos do presente trabalho.

3.4.11 Umidade

O teor de umidade foi determinado através da diferença de massa das amostras úmidas e secas em estufa a 105°C até obtenção de massa constante, dividida pela massa de amostra úmida, vezes 100 (A.O.A.C, 1984).

3.5 Análise estatística

Todos os dados obtidos foram submetidos ao teste estatístico para rejeição de valores desviantes (Teste Q de Dixon), sendo aceitos ou não (RORABACHER, 1991).

Para o planejamento fatorial foi utilizada a análise de Pareto (BARROS NETO *et al.*, 1996) que permitiu a identificação e quantificação do efeito de cada um dos fatores (fração de inóculo e fração de farelo de arroz) e de suas interações nos experimentos realizados, sendo avaliados como resposta os parâmetros de cultivo: rendimento, eficiência biológica e produtividade.

Os demais dados também foram submetidos à análise de variância dos valores médios das amostras, através do Teste de Tukey com nível de significância de 5% (ANOVA).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação dos substratos no cultivo de *Pleurotus ostreatus*

Para o estudo da produção de *P. ostreatus* DSM 1833 com bainha de pupunheira, foi utilizado um planejamento fatorial 2^2 , totalizando 4 experimentos, mais um experimento para o ponto central, como descrito na Tabela 7.

Para cada experimento foram calculados os parâmetros de produção: rendimento - R (%), eficiência biológica - EB (%) e perda de matéria orgânica - PMO (%). Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8- Resultados obtidos no planejamento fatorial 2^2 , com ponto central, para o estudo do efeito da fração de inóculo e de farelo de arroz sobre as variáveis R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) no cultivo utilizando bainha de pupunheira como substrato.

Experimentos	Fração de inóculo (%)	Fração de farelo de arroz (%)	Média ± desvio padrão		
			R (%)	EB (%)	PMO (%)
1	5	10	35,9 ± 3,9	4,39 ± 0,70	40,0 ± 4,9
2	5	2	40,6 ± 7,2	3,46 ± 1,20	40,8 ± 3,4
3	20	10	51,1 ± 35,0	4,91 ± 2,51	40,1 ± 7,9
4	20	2	57,1 ± 13,1	6,16 ± 1,35	42,8 ± 4,7
5	10	5	41,9 ± 9,2	4,20 ± 1,04	33,8 ± 14,3

Na Tabela 8 verifica-se que a fração de inóculo de 20% e de farelo de arroz de 2% (Experimento 4) promoveu, aparentemente, os maiores valores de rendimento (57,1%), eficiência biológica (6,16%) e perda de matéria orgânica (42,8%).

Os dados apresentados na Tabela 8 foram tratados estatisticamente através da análise de pareto e os resultados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Efeitos calculados sobre os parâmetros R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) do planejamento fatorial 2² do cultivo utilizando balsa de pupunheira como substrato com um nível mínimo de 95% de confiança.

Variáveis	Efeitos ± erro padrão		
	R (%)	EB (%)	PMO (%)
Fração de inóculo (1)	16,1 ± 7,0*	1,64 ± 0,59*	1,97 ± 3,49
Fração de farelo de arroz (2)	-5,1 ± 7,0	-0,13 ± 0,59	-1,07 ± 3,49
Interação entre (1) e (2)	-0,7 ± 7,0	-1,10 ± 0,59	-1,22 ± 3,49

* efeitos estatisticamente significativos

Os efeitos estatisticamente significativos, quando positivos, indicam que o maior valor da variável afeta positivamente o processo, ou seja, quanto maior o percentual utilizado da variável, maior será seu efeito. Por outro lado, quando negativos, sugerem que ao diminuirmos o percentual da variável, ocorrerá um aumento no efeito analisado.

Assim, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 9, observa-se que a fração de inóculo promoveu um efeito positivo, estatisticamente significativo, sobre o rendimento e a eficiência biológica, ou seja, quando a fração de inóculo era de 20% (nível superior), o processo apresentou aproximadamente 16,1% e 1,64% a mais de rendimento e eficiência biológica, respectivamente.

Já a fração de farelo de arroz isoladamente e a interação entre a fração de inóculo e de farelo de arroz, não apresentaram efeito significativo sobre nenhum dos parâmetros avaliados.

A perda de matéria orgânica não sofreu efeito estatisticamente significativo com as variações de fração de inóculo, fração de farelo de arroz e interação entre ambas.

A partir destes resultados, pode-se selecionar o experimento 4, composto pela maior fração de inóculo (20%) e pela menor fração de farelo de arroz (2%), pois o aumento da fração de inóculo teve efeito positivo sobre R e EB e a menor fração de farelo de arroz, por minizar custos.

Para o estudo da produção de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833 no substrato folhas de pupunheira, também foi utilizado um planejamento fatorial 2², totalizando 4 experimentos, mais um experimento para o ponto central, como descrito na Tabela 7.

Os resultados dos parâmetros de produção obtidos são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultados obtidos no planejamento fatorial 2^2 , com ponto central, para o estudo do efeito da fração de inóculo e de farelo de arroz sobre as variáveis R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) utilizando folhas de pupunheira como substrato.

Experimentos	Fração de inóculo (%)	Fração de farelo de arroz (%)	Média \pm desvio padrão		
			R (%)	EB (%)	PMO (%)
1	5	10	42,3 \pm 16,1	4,16 \pm 0,64	15,7 \pm 6,7
2	5	2	20,6 \pm 12,4	3,17 \pm 1,26	23,4 \pm 4,1
3	20	10	22,7 \pm 7,0	3,08 \pm 1,20	22,6 \pm 8,2
4	20	2	38,2 \pm 6,5	5,03 \pm 0,19	22,5 \pm 3,2
5	10	5	22,7 \pm 15,5	2,81 \pm 1,27	28,9 \pm 9,7

Os resultados da Tabela 10 não permitem a definição da melhor condição de cultivo. Através da análise estatística de Pareto, foram avaliados os efeitos das variáveis “Fração de Inóculo” e “Fração de Farelo de Arroz”, sobre o rendimento (R%), eficiência biológica (EB%) e perda de matéria orgânica (PMO%), obtendo-se os valores da Tabela 11.

Tabela 11 - Efeitos calculados sobre os parâmetros R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) do planejamento fatorial 2^2 do cultivo com folhas de pupunheira como substrato, com um nível mínimo de 95% de confiança.

Variáveis	Efeitos \pm erro padrão		
	R (%)	EB (%)	PMO (%)
Fração de inóculo (1)	-0,4 \pm 5,8	0,47 \pm 0,51	2,4 \pm 3,4
Fração de farelo de arroz (2)	3,5 \pm 5,8	-0,42 \pm 0,51	-4,2 \pm 3,4
Interação entre (1) e (2)	-18,6 \pm 5,8*	-1,47 \pm 0,51*	3,9 \pm 3,4

* efeitos estatisticamente significativos

A análise da Tabela 11 mostra que o rendimento e a eficiência biológica sofreram efeito significativo com a interação da fração de inóculo e da fração de farelo de arroz.

O efeito da interação da fração de inóculo e de farelo de arroz sobre o R e a EB é mais facilmente visualizado nas Figuras 13 e 14, respectivamente.

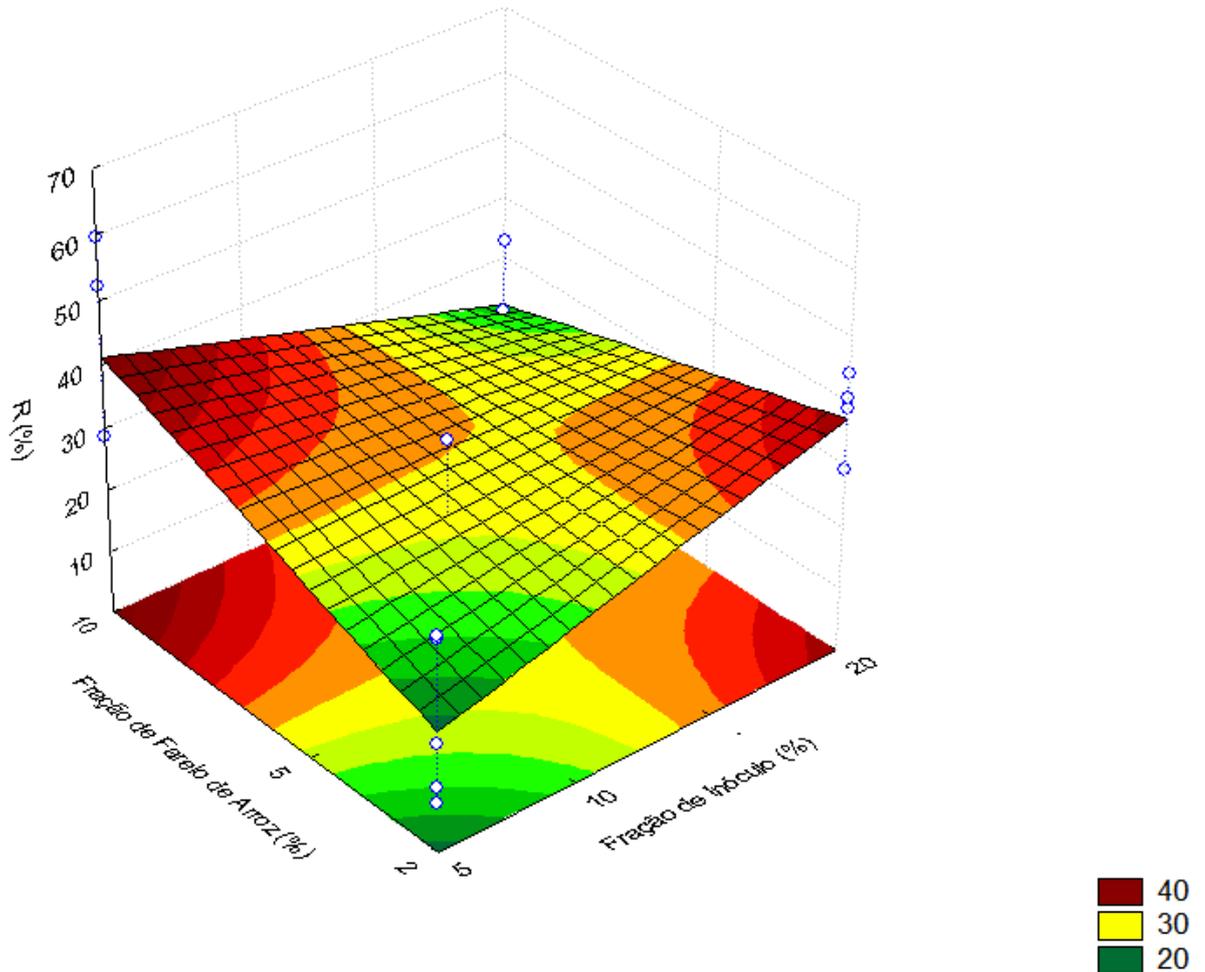


Figura 13 - Efeito da Fração de Inóculo e da Fração de Farelo de Arroz sobre o Rendimento (%) utilizando folha de pupunheira como substrato.

Percebe-se, pela Figura 13, que ao se utilizar fração de inóculo de 20% e fração de farelo de arroz de 2% obtém-se elevados valores de R. Por outro lado, ao se utilizar 5% de inóculo e 10% de farelo de arroz, também, obtém-se elevados valores de R. Desta forma, pelo rendimento, não é possível definir qual fração de inóculo e de farelo de arroz é a melhor para o substrato folha de pupunheira.

Na Figura 14, observa-se que, para a eficiência biológica, fração de inóculo de 20% e de farelo de arroz de 2%, levam a valores mais elevados de EB.

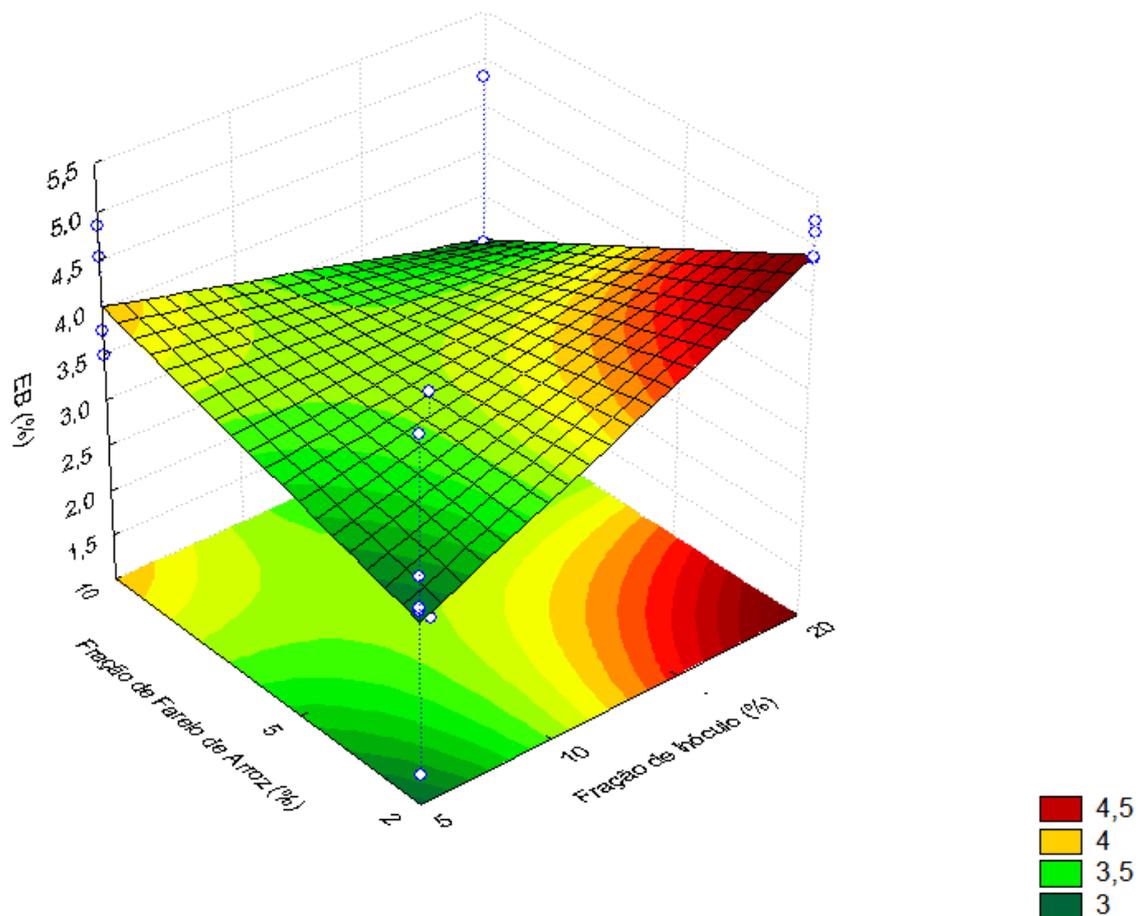


Figura 14 - Efeito da Fração de Inóculo e da Fração de Farelo de Arroz sobre a Eficiência Biológica (%) utilizando folha de pupunheira como substrato.

Pela Tabela 11, vê-se ainda, que a perda de matéria orgânica não sofreu efeito estatisticamente significativo com as variações de fração de inóculo, fração de farelo de arroz e interação entre ambas.

Desta forma, o experimento que utiliza 20% de inóculo e 2% de farelo de arroz (experimento 4) foi o selecionado para a produção de *P. ostreatus* utilizando folhas de pupunheira como substrato.

Para o estudo da produção de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833 com substato bainha e folhas de pupunheira, na proporção (1:1), foi utilizado um planejamento fatorial 2^2 , totalizando 4 experimentos, mais um experimento para o ponto central, como descrito na Tabela 7. Os resultados dos parâmetros de produção obtidos são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Resultados obtidos no planejamento fatorial 2^2 , com ponto central, para o estudo do efeito da fração de inóculo e de farelo de arroz sobre as variáveis R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) utilizando bainha e folhas (1:1) de pupunheira como substrato.

Experimentos	Fração de inóculo (%)	Fração de farelo de arroz (%)	Média ± desvio padrão		
			R (%)	EB (%)	PMO (%)
1	5	10	35,4 ± 13,4	4,0 ± 1,5	30,7 ± 5,8
2	5	2	42,2 ± 11,5	4,2 ± 0,7	27,8 ± 5,4
3	20	10	41,8 ± 26,4	4,3 ± 2,2	36,8 ± 0,8
4	20	2	35,9 ± 29,8	3,5 ± 2,3	29,8 ± 3,4
5	10	5	32,1 ± 12,2	3,7 ± 1,3	16,1 ± 1,3

Pela Tabela 12 verifica-se que a fração de inóculo de 5% e de farelo de arroz de 2% (Experimento 2) promoveu, aparentemente, o maior valor de rendimento (42,2%), enquanto a fração de inóculo de 20% e de farelo de arroz de 10% (Experimento 3) o maior valor de eficiência biológica (4,3%) e perda de matéria orgânica (36,8%).

Os dados apresentados na Tabela 12 foram tratados estatisticamente através da análise de Pareto e os resultados são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Efeitos calculados sobre os parâmetros R (Rendimento), EB (Eficiência Biológica), PMO (Perda de Matéria Orgânica) do planejamento fatorial 2^2 do cultivo utilizando bainha e folhas (1:1) de pupunheira como substrato com um nível mínimo de 95% de confiança.

Variáveis	Efeitos ± erro padrão		
	R (%)	EB (%)	PMO (%)
Fração de inóculo (1)	0,15 ± 9,05	-0,16 ± 0,77	4,20 ± 4,02
Fração de farelo de arroz (2)	-0,62 ± 9,05	0,28 ± 0,77	4,58 ± 4,02
Interação entre (1) e (2)	5,80 ± 9,05	0,47 ± 0,77	0,99 ± 4,02

* efeitos estatisticamente significativos

Os resultados da Tabela 13 mostram que o rendimento, a eficiência biológica e a perda de matéria orgânica não sofreram efeito significativo com a variação da fração de inóculo e da fração de farelo de arroz.

Diante deste resultado optou-se pelo experimento 2, que contém 5% de inóculo e 2% de farelo de arroz, por ser o que utiliza menor quantidade de suplemento e de inóculo, diminuindo o custo de produção.

Verifica-se que neste estudo o aumento da fração de farelo de arroz, utilizado como complemento protéico, (de 2% a 10%), não promoveu efeito positivo sobre o processo, ratificando a afirmação de Dias *et al.* (2003), que sugerem que a suplementação não é indicada para todos os substratos.

Na Figura 15 é apresentada uma comparação entre os parâmetros produtivos R, EB e PMO dos experimentos definidos pelo planejamento experimental, como ideais, para a produção de *P. ostreatus*, utilizando balsa, folhas e balsa e folhas da pupunheira (1:1) como substrato.

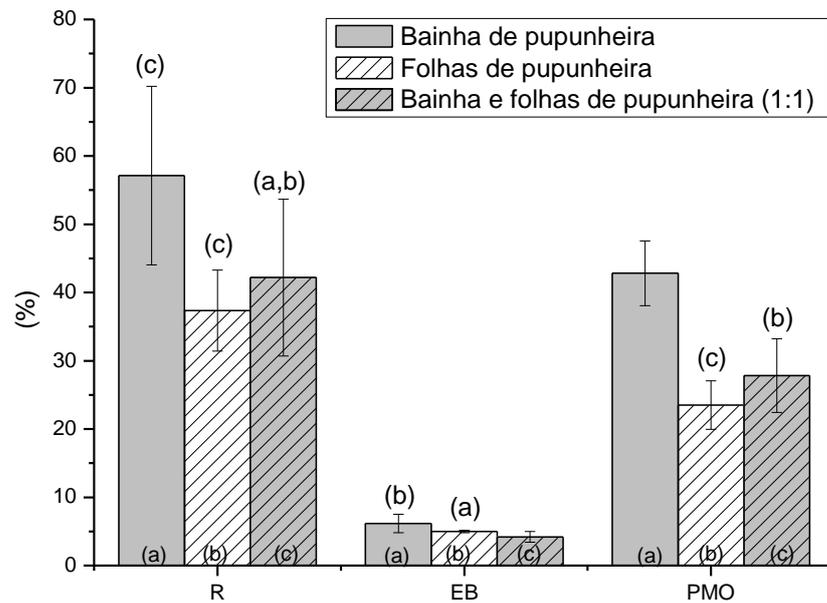


Figura 15 – Valores de R, EB e PMO (%) obtidos na produção de *P. ostreatus* em balsa, folhas e balsa e folhas da pupunheira (1:1) dos experimentos definidos pelo planejamento experimental. As barras indicam a média \pm desvio padrão das repetições. Letras superiores iguais às letras de cada coluna demonstram média sem diferença significativa pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

Observa-se na Figura 15 que em termos de R, não é possível definir o melhor substrato para a produção de *P. ostreatus*. No entanto, verifica-se que a balsa e folhas da pupunheira, utilizadas isoladamente, apresentaram os maiores valores, sem diferença significativa, em termos de EB (cerca de 5,6%). Ainda, pode-se definir que a balsa utilizada isoladamente levou a uma maior perda de matéria orgânica (42,8%). Percebe-se que a composição dos substratos influenciou os parâmetros produtivos, o que, de acordo com Pedra e Marino (2006) pode ser explicado em função da disponibilidade de nutrientes assimiláveis pelo fungo.

Os valores dos parâmetros produtivos (rendimento, eficiência biológica e perda de matéria orgânica) definidos pelo planejamento experimental como ideais para a produção de *P. ostreatus* e os obtidos por alguns autores, utilizando diferentes substratos, são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Valores de parâmetros produtivos de *Pleurotus ostreatus* cultivado em diferentes substratos.

Substrato	R (%)	EB (%)	PMO (%)	Referências
Bainha de pupunheira com 2% de farelo de arroz	57,1	6,16	42,8	Experimento 4 (Tabela 8)
Folha de pupunheira com 2% de farelo de arroz	38,2	5,03	22,5	Experimento 4 (Tabela 10)
Folha e bainha de pupunheira com 2% de farelo de arroz	42,2	4,20	27,8	Experimento 2 (Tabela 12)
Resíduo de algodão da fiação com 5% de farelo de arroz	55,8	5,27	24,1	HOLTZ, 2008
Palha de bananeira com 5% de farelo de arroz	44,9	4,18	23,6	SILVEIRA, 2003
Palha de bananeira com 5% de farelo de arroz	39,18	4,48	-	BONATTI, 2001
Palha de bananeira com 10% de farelo de arroz	46,67	4,08	-	FURLAN <i>et al.</i> , 2008
Palha de trigo	45,40	4,63	-	BHATTI <i>et al.</i> , 2007
Folhas de Tília e resíduo de papel	52,90	-	-	YILDIZ <i>et al.</i> , 2002
Palha de trigo e folhas de Aspen Europeu	68,90	-	-	YILDIZ <i>et al.</i> , 2002
Serragem e resíduo de papel	40,60	-	-	YILDIZ <i>et al.</i> , 2002
Palha de trigo	48,3	-	-	IQBAL <i>et al.</i> , 2005
Palha de arroz	44,7	-	-	IQBAL <i>et al.</i> , 2005
Palha de grão de bico	62,7	-	-	IQBAL <i>et al.</i> , 2005
Bagaço de cana de açúcar	37,0	-	-	IQBAL <i>et al.</i> , 2005
Sabugo de milho	34,0	-	-	IQBAL <i>et al.</i> , 2005
Resíduo de algodão	37,0	-	-	IQBAL <i>et al.</i> , 2005
Resíduos de girassol	40,7	-	-	IQBAL <i>et al.</i> , 2005

Observando-se os dados da Tabela 14 nota-se que o parâmetro produtivo rendimento (R%), que é a relação entre a massa úmida de corpos frutíferos e a massa de substrato seco, é calculada por praticamente todos os autores. Já a eficiência biológica (EB%), apesar de ser um parâmetro mais exato, por tratar-se de relações entre a massa de corpos frutíferos secos e a massa de substrato seco, ou seja, sem a interferência da umidade, é calculada por um menor número de autores (HOLTZ, 2008).

Observa-se na Tabela 14, variações nos parâmetros rendimento (34,0 a 68,9%), eficiência biológica (4,08 a 6,16%) e perda de matéria orgânica (22,5 a 42,8%), estando os valores encontrados no presente estudo próximos aos valores encontrados por outros pesquisadores em seus trabalhos. As variações constatadas são devidas, provavelmente, às diferenças entre condições de cultivo, tipo de substrato, fração de inóculo e de suplementação, utilizadas pelos pesquisadores, conforme descrito na literatura (DIAS *et al.*, 2003; SILVEIRA, 2003; DONINI *et al.*, 2006; SALES-CAMPOS *et al.*, 2009; RAMPINELLI, 2009).

Na Tabela 14, pode-se observar, ainda, que o maior rendimento foi obtido por YILDIZ *et al.* (2002), 68,9%, utilizando resíduo de palha de trigo e folhas de Aspen Europeu. Este valor é aproximadamente 21% superior ao encontrado no presente estudo ao utilizar como substrato a bainha da pupunheira (57,1%) com 2% de farelo de arroz. No entanto, o valor de rendimento obtido por Holtz no cultivo em resíduo de algodão da fiação com 5% de farelo de arroz (55,8%), foi similar ao encontrado no presente estudo.

Em termos de PMO, observa-se que os substratos palha de bananeira e resíduo de algodão, apresentaram valores similares aos das folhas da pupunheira e a mistura de folhas e bainha da pupunheira. Já o experimento com o substrato bainha de pupunheira, apresentou uma perda de matéria orgânica de 42,8%, 54% superior ao maior valor encontrado na literatura (27,8%). De acordo com Zadrazil (1985), quanto maior a degradação da matéria orgânica pelo fungo, maior a disponibilidade de nutrientes no substrato para a formação de corpos frutíferos.

No entanto, Zadrazil (1978) também relata a perda de matéria orgânica através de CO₂ e H₂O produzidos em reações metabólicas dos fungos, o que também pode influenciar na variação de PMO observada, já que a fração de inóculo utilizada não foi a mesma para todos os experimentos, 20% para bainha e folha de pupunheira, separadamente, e 5% para bainha e folha na proporção (1:1).

Observando-se os valores de eficiência biológica (EB%), verifica-se um estreito intervalo entre eles, sendo o maior valor o obtido no presente estudo utilizando como substrato a bainha de pupunheira suplementada com 2% de farelo de arroz (6,16%), e o menor, obtido por Furlan *et al.* (2008), utilizando palha de bananeira com 10% de farelo de arroz (4,08%).

4.2 Caracterização dos substratos e corpos frutíferos

4.2.1 Teor de hemicelulose, lignina e celulose nos substratos

Para a caracterização do substrato de cultivo foram realizadas nas folhas e na bainha de pupunheira as análises para determinação de hemicelulose, lignina e celulose. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Teores de hemicelulose, lignina e celulose na bainha e nas folhas de pupunheira.

	Hemicelulose (%)	Lignina (%)	Celulose (%)
Bainha de pupunheira	16,24 ± 2,6	9,53 ± 2,2	30,02 ± 1,7
Folhas de pupunheira	28,36 ± 7,7	8,93 ± 0,2	52,93 ± 3,3

De acordo com Freer e Detroy (1982), o teor de lignina do substrato dificulta o desenvolvimento do fungo, afetando o rendimento do processo. No presente estudo não se pode concluir que o teor de lignina afetou o processo já que folhas e bainha de pupunheira não apresentaram valores diferentes de lignina, considerando seu desvio padrão, embora tenham apresentado rendimentos diferentes.

Figueiró e Gracioli (2011), em estudo sobre a influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida* também não observaram correlação entre o teor de lignina e o rendimento do processo. No entanto, os autores verificaram que o aumento do teor de hemicelulose nos resíduos agrícolas estudados, resultou em uma inibição do crescimento do fungo, proporcionando menor rendimento. Este comportamento pôde ser observado no presente estudo,

uma vez que a folha de pupunheira que apresentou maior teor de hemicelulose (28,36%), obteve um rendimento inferior (38,2%) ao alcançado no substrato balsa de pupunheira (57,1%) que possui menor teor de hemicelulose (16,24%), como mostrado nas Tabelas 14 e 15.

4.2.2 Teor de carboidratos, proteínas, gordura, fibras e cinzas nos substratos e nos corpos frutíferos de *P.ostreatus*

Os substratos compostos por balsa de pupunheira com 20% de inóculo e 2% de farelo de arroz (Experimento 4 da Tabela 8), folhas de pupunheira com 2% de farelo de arroz e 20% de inóculo (Experimento 4 da Tabela 10) e balsa e folhas da pupunheira na proporção (1:1) com 5% de inóculo e 2% de farelo de arroz (Experimento 2 da Tabela 12) foram submetidos às análises de carboidratos, proteínas, gordura, fibra bruta e cinzas, antes e após o cultivo, assim como os corpos frutíferos obtidos. Os resultados estão apresentados nas Figuras 16, 17 e 18.

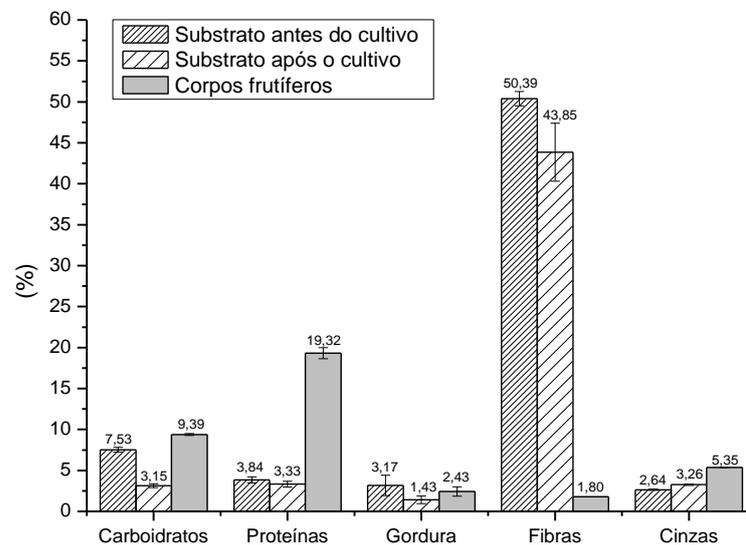


Figura 16.- Composição do substrato composto por balsa de pupunheira antes e após o cultivo e dos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus*, em base seca, em termos de teor de carboidratos totais (%), proteína bruta (%), gordura bruta (%), fibra bruta (%) e cinzas (%).

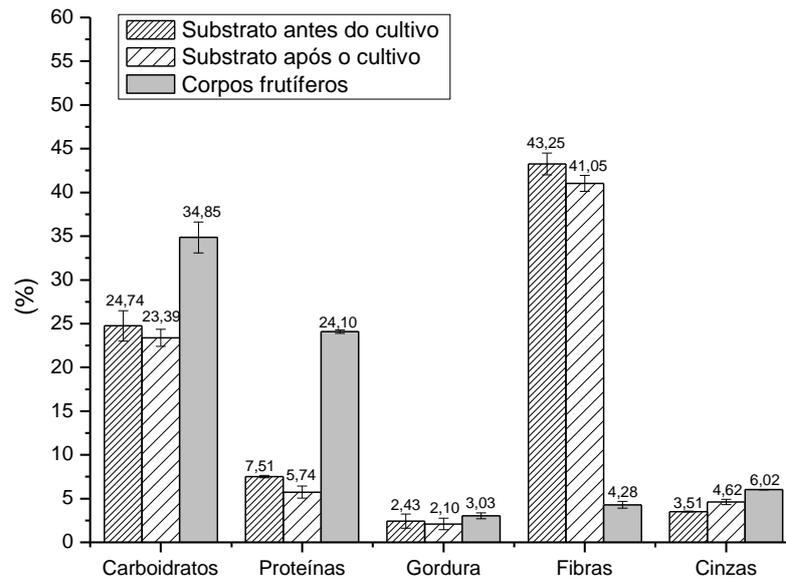


Figura 17 - Composição dos substratos compostos por folhas de pupunheira antes e após o cultivo e dos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus*, em base seca, em termos de teor de carboidratos totais (%), proteína bruta (%), gordura bruta (%), fibra bruta (%) e cinzas (%).

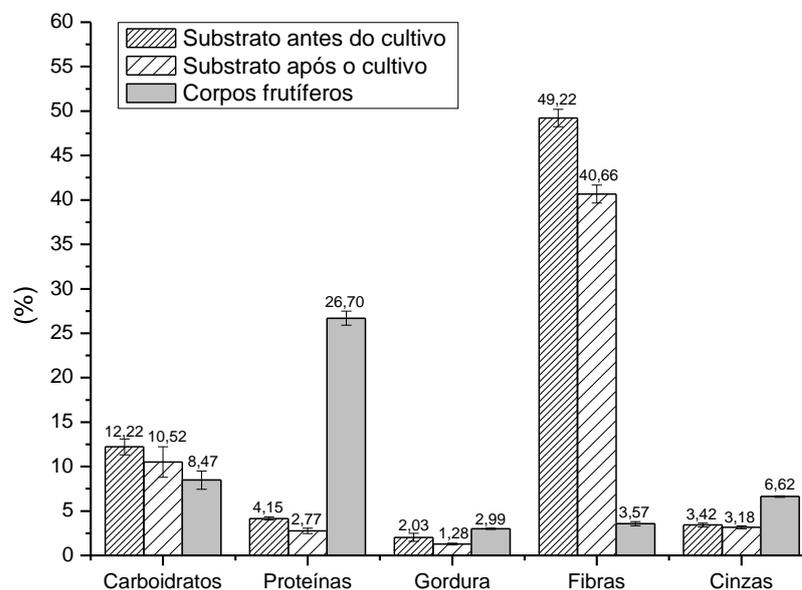


Figura 18 - Composição dos substratos compostos por bainha e folhas de pupunheira (1:1) antes e após o cultivo e dos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus*, em base seca, em termos de teor de carboidratos totais (%), proteína bruta (%), gordura bruta (%), fibra bruta (%) e cinzas (%).

Observa-se nas Figuras 16, 17 e 18 uma redução nos teores de carboidratos, proteínas, gorduras e fibras nos substratos após o cultivo em relação aos substratos antes do cultivo, sendo acumulados nos corpos frutíferos.

A variação no teor de carboidratos do substrato antes e após o cultivo pode estar relacionada ao crescimento do micélio. Segundo Rajarathnam e Bano (1989), há um aumento do conteúdo de monossacarídeos redutores durante a colonização micelial e uma pequena redução após a frutificação. Esta redução, provavelmente está associada à necessidade de energia para a formação de corpos frutíferos.

Sales-Campos *et al.* (2010) encontraram no substrato composto por estipe de pupunheira triturado antes do cultivo de *Pleurotus ostreatus*, 75,59% de carboidratos totais e após o cultivo 75,18%. Já Holtz (2008) relata que o substrato composto por resíduos de algodão da indústria têxtil antes do cultivo continha 17,8% de carboidratos e após o cultivo 29,5%.

No presente estudo, os corpos frutíferos cultivados em bacia de pupunheira apresentaram 9,39% de carboidratos, valor maior que o percentual encontrado neste substrato antes do cultivo (7,53%) (Figura 16). No cultivo em folhas de pupunheira o teor de carboidratos presente nos corpos frutíferos foi de 34,85% (Figura 17), bastante superior se comparado ao encontrado neste substrato antes do cultivo (24,75%). Já no cultivo em folhas e bacia de pupunheira (1:1) (Figura 18), os corpos frutíferos apresentaram um teor de carboidratos de 8,47%, menor que a concentração encontrada no substrato antes do cultivo (12,2 %).

A quantidade de carboidratos encontrada nos corpos frutíferos cultivados em bacia de pupunheira (9,39%) e em bacia e folhas de pupunheira na proporção (1:1) (8,5%), são menores do que as definidas por Bernas *et al.* (2006), 16 a 85%, em massa seca. Já o teor de carboidratos encontrado nos corpos frutíferos cultivados em folhas de pupunheira (34,86%) ficou dentro do intervalo citado pelos autores.

Rampinelli *et al.* (2010) encontraram, em corpos frutíferos de *P. djamor* cultivados em palha de bananeira, 32,7% e Bonatti *et al.* (2003) obtiveram 46,97% de carboidratos totais em *P. ostreatus* cultivado em palha de bananeira. Holtz *et al.* (2009), utilizando resíduos de algodão da indústria têxtil como substrato para produção de *P. ostreatus*, obtiveram 40% e Bernardi *et al.*, (2009),

encontraram nos basidiomas cultivados em capim elefante o teor de 25,69%.

Os corpos frutíferos cultivados em bainha de pupunheira e em bainha e folhas de pupunheira apresentaram um baixo percentual de carboidratos se comparados ao teor encontrado por outros pesquisadores no cultivo da mesma espécie. Observa-se, porém, que o percentual encontrado nestes substratos antes do cultivo também não apresentaram altos valores de carboidratos, 7,53% e 12,22%, respectivamente para bainha e bainha e folhas de pupunheira (1:1). Desta forma conclui-se que o baixo teor de carboidratos dos corpos frutíferos, reflete o baixo teor de carboidratos do substrato de cultivo, já que no substrato folhas de pupunheira os teores de carboidratos antes do cultivo (24,74%) e também nos corpos frutíferos (34,85%), foram mais elevados e próximos aos verificados na literatura.

O comportamento observado para os carboidratos também foi notado para as proteínas, ou seja, houve redução do teor de proteínas nos substratos após o cultivo se comparado ao percentual antes do cultivo.

Porém, Sales-Campos *et al.* (2009) verificaram um aumento no teor de proteínas do substrato composto por estipe de pupunheira, quando relacionaram o mesmo após (3,94%) e antes (3,13%) do cultivo de *Pleurotus ostreatus*. Scariot *et al.* (2000), após o cultivo de *P. ostreatus* em resíduo de algodão (pericarpo+fibras+tegumento de semente), encontraram um aumento no teor de proteína bruta em torno de 50%. Ortega *et al.* (1992) observaram um aumento de 32,1% no teor de nitrogênio após o cultivo de *P. ostreatus* em resíduos de cana-de-açúcar. Yildiz *et al.* (1998) obtiveram um aumento no teor de nitrogênio de 0,52% antes para 3,75% após o cultivo de *P. ostreatus* em palha de trigo. Segundo Bonatti (2001), a palha de bananeira após um fluxo produtivo de *P. ostreatus* teve um aumento no teor de nitrogênio de 101,6%. Já, a palha de arroz após um fluxo produtivo de *P. ostreatus* e *P. sajor caju* apresentou um aumento no teor de nitrogênio de 35,7% e 37,5%, respectivamente. Os resultados apontados na literatura vêm ao encontro ao exposto pelo autor (BONATTI, 2001) que relaciona o aumento do teor de nitrogênio ao crescimento do micélio sobre o substrato, que após o cultivo, agrega a composição micelial nos seus resultados. Já Singh *et al.* (1996), ao observarem um aumento na concentração de nitrogênio em palha de cereais, após o cultivo de cogumelos comestíveis, atribuíram este aumento à perda de carbono durante o período de incubação.

O estudo de Barretto *et al.* (2011), sobre a concentração de nutrientes em perfilhos de pupunheira, demonstrou que o teor de nitrogênio, e consequentemente de proteínas, na bainha é inferior àquele encontrado nas folhas, o que também foi verificado no presente estudo, 3,84 e 7,51%, respectivamente (Figuras 16 e 17).

Silva *et al.* (2007) ao estudarem diferentes composições de substrato a base de capim “coast-cross”, bagaço de cana, farelo de trigo e uréia, variando-se o teor de nitrogênio entre 0,65 e 2,2% para produção de *P. sajor caju*, verificaram que as composições que apresentavam teores de nitrogênio superiores a 1,3% inibiram a colonização do substrato. A composição contendo 0,85% de nitrogênio favoreceu o rendimento (35,9%). Analogamente, observa-se, na Figura 16 e na Tabela 14, que o substrato bainha de pupunheira, que apresentou o menor valor em proteínas antes do cultivo (3,84%), ou seja menor teor de nitrogênio (0,61%), foi o que promoveu maior rendimento em corpos frutíferos (57,1%). Já o substrato folhas de pupunheira, com o maior teor de proteínas (7,51%), ou seja, maior teor de nitrogênio (1,2%), promoveu o menor valor em rendimento (38,2%), Figura 17 e Tabela 14, respectivamente.

Os corpos frutíferos cultivados nos três substratos estudados (Figuras 16, 17 e 18) apresentaram uma grande capacidade de sintetizar proteínas, mesmo este nutriente sendo encontrado em baixo teor nos substratos de cultivo.

Um comparativo entre o teor de proteínas encontrado em corpos frutíferos em diferentes estudos é apresentado na Tabela 16.

Tabela 16 - Teor de proteínas identificado em corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* cultivados em diferentes substratos.

Substrato	Proteínas nos corpos frutíferos	
	(%)	Referências
Bainha de pupunheira	19,32	Figura 16
Folha de pupunheira	24,10	Figura 17
Folha e bainha de pupunheira	26,70	Figura 18
Palha de bananeira	16,36	BONATTI <i>et al.</i> , 2003
Palha de bananeira	21,61	SILVEIRA, 2003
Resíduo de algodão da fiação	16,47	HOLTZ, 2008
Capim elefante	22,59	BERNARDI <i>et al.</i> , 2009

Proteína é um importante componente dos cogumelos. O teor protéico depende, entre outros, da composição do substrato, do tamanho do píleo, do tempo de cultivo e da espécie fúngica. Geralmente, este teor varia entre 19 e 39% (BERNAS *et al.*, 2006). Verifica-se na Tabela 16 que os teores de proteína encontrados nos corpos frutíferos cultivados nos três substratos testados estão dentro do intervalo proposto por este autor.

Na Tabela 16 pode-se observar que o teor de proteína bruta encontrada nos corpos frutíferos do substrato bainha e folha de pupunheira (26,7%) é superior aos demais valores encontrados na literatura para *P. ostreatus* cultivado em outros substratos.

Avaliando-se o teor de gordura nos substratos antes e após o cultivo (Figuras 16, 17 e 18) observa-se, além de baixos teores nos substratos antes do cultivo, uma redução deste teor após o cultivo. Isto também foi observado por Holtz (2008) no cultivo de *P. ostreatus* em resíduos de algodão da indústria têxtil e por Sales-Campos *et al.* (2009), cultivando *P. ostreatus* em substrato composto por estipe de pupunheira triturado.

Os corpos frutíferos apresentam uma baixa quantidade de gordura que pode variar, dependendo da espécie e do substrato, de 2 a 8% da matéria seca (STURION e OETTERER, 1995).

Verifica-se, pelas Figuras 16, 17 e 18, um acúmulo deste composto nos corpos frutíferos cultivados em todos os substratos, apresentando os percentuais de 2,43%, 3,03% e 2,99%, para os corpos frutíferos cultivados em bainha, folhas e bainha e folhas de pupunheira (1:1), respectivamente. Estes valores estão dentro do intervalo citado por Sturion e Oetterer (1995). No entanto, não se pode verificar uma relação entre menor teor de gordura nos corpos frutíferos com menor teor de gordura no substrato antes do cultivo.

Na Tabela 17 pode-se observar um comparativo entre o teor de gordura encontrado em *P. ostreatus* em diferentes estudos.

Tabela 17 - Percentual de gordura identificado em corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* cultivados em diferentes substratos.

Substrato	Gordura nos corpos frutíferos	Referências
	(%)	
Bainha de pupunheira	2,43	Figura 16
Folha de pupunheira	3,03	Figura 17
Folha e bainha de pupunheira	2,99	Figura 18
Resíduo de algodão da fiação	5,97	HOLTZ, 2008
Palha de bananeira	1,04	SILVEIRA, 2003
Palha de bananeira	3,90	BONATTI <i>et al.</i> , 2003
Capim elefante	0,88	BERNARDI <i>et al.</i> , 2009

Observa-se, pela Tabela 17, que Silveira (2003) e Bernardi *et al.* (2009), encontraram teores de gordura inferiores aos valores encontrados nos demais trabalhos e também inferiores ao intervalo citado por Sturion e Oetterer (1995). Isto indica que a variação dos valores de gordura pode ser devido às diferenças na composição do substrato e, conseqüentemente, na sua disponibilidade.

Para fibras, observam-se elevados teores nos substratos bainha, folha e bainha e folha de pupunheira (1:1) antes do cultivo (50,39%, 43,24% e 49,2%) e após o cultivo (43,85%, 41,05% e 40,66%), respectivamente. Ao estudarem o cultivo de *Pleurotus ostreatus* utilizando a estipe de pupunheira como substrato, Sales-campos *et al.* (2009) encontraram 47,79% de fibras no substrato inicial, e uma redução bastante expressiva no substrato residual, em torno de 50% (23,94% de fibras no substrato residual). A redução observada no presente estudo foi de cerca de 13% para o substrato composto por bainha de pupunheira, 5% para o substrato composto por folhas de pupunheira e 17% para o substrato composto por bainha e folha de pupunheira, valores próximos aos observados por Holtz (2008), que encontrou decréscimo de 17,12% de fibras no substrato composto por resíduos de algodão da indústria têxtil após o cultivo de *Pleurotus ostreatus*.

Segundo Breene (1990) as fibras representam de 3 a 32% em massa seca nos cogumelos em geral. Bano e Rajarathnam (1988) citam o intervalo de 7,5 a 27,6 % em massa seca para cogumelos do gênero *Pleurotus*.

Um comparativo entre o teor de fibras encontrado no presente trabalho e em diferentes estudos é apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 - Percentual de fibras identificado em corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* cultivados em diferentes substratos.

Substrato	Fibras nos corpos frutíferos	Referências
	(%)	
Bainha de pupunheira	1,80	Figura 16
Folha de pupunheira	4,28	Figura 17
Folha e bainha de pupunheira	3,57	Figura 18
Palha de bananeira	9,41	BONATTI <i>et al.</i> , 2003
Palha de bananeira	6,32	SILVEIRA, 2003
Resíduo de algodão da fiação	15,52	HOLTZ, 2008
Capim elefante	18,25	BERNARDI <i>et al.</i> , 2009

Os corpos frutíferos analisados no presente estudo apresentaram apenas 1,8% de fibras quando cultivados em bainha de pupunheira (Figura 16), 4,28% quando cultivados em folhas de pupunheira (Figura 17) e 3,57% quando cultivados em bainha e folhas de pupunheira (1:1), o que pode indicar que estas fibras, principalmente as que compõe a bainha da pupunheira, não estão facilmente disponíveis para o fungo, apesar de se apresentarem em grande quantidade no substrato inicial.

Este comportamento não foi verificado por Holtz (2008), utilizando resíduos de algodão da indústria têxtil como substrato para *P. ostreatus*, pois observou que o substrato antes do cultivo continha 66,2% de fibras e o substrato após o cultivo 54,88%, sendo que os corpos frutíferos apresentaram 15,52%.

Em relação às cinzas, observa-se nas Figuras 16 e 17 um aumento no seu teor no substrato após o cultivo. Segundo Sturion (1994) o aumento no teor de cinzas após o cultivo, é devido à utilização da matéria orgânica pelo fungo. Isto pôde ser observado para o substrato bainha de pupunheira (Figura 15), que apresentou o maior percentual de PMO, 42,8%. No entanto o substrato folhas de pupunheira, também apresentou aumento no teor de fibras após o cultivo e o percentual de PMO foi igual ao do substrato bainha e folhas de pupunheira, que apresentou uma redução no teor de fibras após o cultivo do fungo.

Bonatti (2001), após o cultivo de *P. ostreatus* em palha de arroz, encontrou um aumento de 10% no teor de cinzas. Silveira (2003), cultivando *P. ostreatus* em palha de bananeira, após um fluxo produtivo com 10% de inóculo, obteve um aumento no teor de cinzas de 17,6%. Já o resíduo de cana-de-açúcar, após o

cultivo de *P. sajor caju*, apresentou um aumento no teor de cinzas de 33,3% (Ortega *et al.*, 1992).

Os resultados obtidos para os substratos baihna e folhas de pupunheira, Figuras 16 e 17, respectivamente, mostraram aumento no teor de cinzas de 23 e 31%, similar ao encontrado na literatura.

Para todos os substratos testados (Figuras 16, 17 e 18), independentemente do aumento ou redução no percentual de cinzas após o cultivo do fungo, os corpos frutíferos apresentaram acúmulo deste componente.

A determinação das cinzas fornece uma indicação da riqueza da amostra em elementos minerais e, de acordo com Bano e Rajarathnam (1988), representam cerca de 10% da matéria seca em cogumelos comestíveis. Em estudos consultados (RAMPINELLI, 2009; HOLTZ, 2008; BONATTI *et al.*, 2004; BERNARDI, 2009) observaram-se valores similares aos encontrados no presente trabalho (Tabela 19) mas inferiores ao citado por Bano e Rajarathnam (1988), à exceção do capim elefante (BERNARDI *et al.*, 2009).

Tabela 19 - Percentual de cinzas identificado em corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* cultivados em diferentes substratos.

Substrato	Cinzas nos corpos frutíferos	Referências
	(%)	
Baihna de pupunheira	5,35	Figura 16
Folha de pupunheira	6,02	Figura 17
Folha e baihna de pupunheira	6,62	Figura 18
Palha de bananeira	5,58	BONATTI <i>et al.</i> , 2003
Palha de bananeira	7,81	SILVEIRA, 2003
Resíduo de algodão da fiação	6,44	HOLTZ, 2008
Capim elefante	32,58	BERNARDI <i>et al.</i> , 2009

Bisaria e Madan (1983) e Sturion e Oetterer (1995) afirmam que o conteúdo de minerais nos cogumelos é variável e isto é um reflexo da variação do conteúdo mineral no substrato. Sturion e Ranzani (2000), avaliando o teor de minerais em sete espécies de *Pleurotus*, observaram que fósforo e potássio são encontrados em maior quantidade.

Na Figura 19 estão apresentados os teores de fósforo (P) e potássio (K) dos substratos compostos por baihna, folhas e baihna e folhas de pupunheira na proporção (1:1) antes e após a produção dos corpos frutíferos.

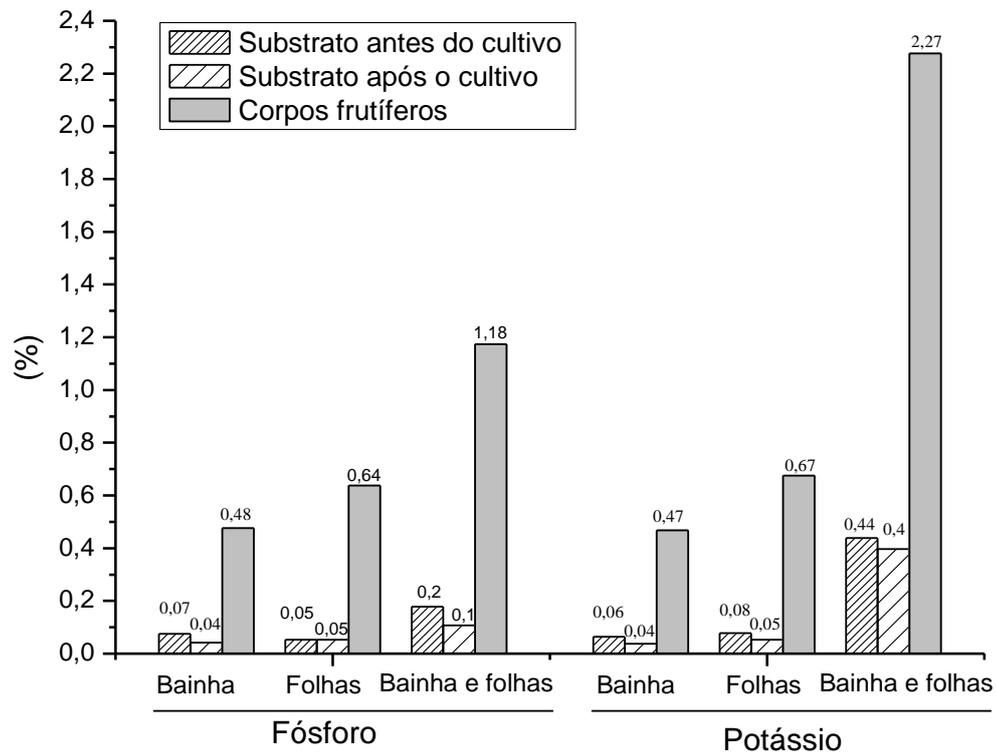


Figura 19 - Percentuais de fósforo (P), potássio (K), em base seca, nos substratos compostos por bainha, folhas e por bainha e folhas de pupunheira (1:1) antes e após o cultivo e nos corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus*.

Observa-se na Figura 19 que os teores de P e K diminuem no substrato após o cultivo e acumulam nos corpos frutíferos que apresentaram 0,48% de P e 0,47% de K, para o substrato bainha da pupunheira, 0,64% de P e 0,67% de K, para o substrato folhas da pupunheira e 1,18% de P e 2,27% de K, para o substrato composto por bainha e folhas de pupunheira (1:1), sendo este substrato o que gerou corpos frutíferos com os maiores teores de fósforo e potássio.

Scariot *et al.* (2000) obtiveram 6,5% de potássio e 1,5% de fósforo em *P. ostreatus* cultivado em resíduos de algodão. Holtz *et al.* (2009) obtiveram 2,36% de K e 1,0% de P em *P. ostreatus* cultivado em resíduos de algodão. Sales-Campos *et al.* (2009) estudaram a composição mineral de *Pleurotus ostreatus* cultivado em resíduos madeireiros e agroindustriais da região amazônica, obtendo 4,2% de K e 0,97% de P e Rampinelli *et al.* (2010) obtiveram 3,15 % de K e 1,36% de P nos corpos frutíferos de *P. djamor* cultivados em palha de bananeira. Observa-se que tanto na literatura como nos resultados observados nas análises dos corpos

frutíferos produzidos em balsa e folhas de pupunheira na proporção (1:1) o percentual de potássio nos corpos frutíferos de cogumelos do gênero é maior que o percentual de fósforo.

Segundo Rampinelli *et al.* (2010) os corpos frutíferos de *P. djamor* cultivados em palha de bananeira podem ser considerados fonte de potássio e fósforo de acordo com a Portaria da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) nº27 de 1998.

Sturion e Ranzani (2000) determinaram a composição em minerais, em base seca, dos corpos de frutificação de sete espécies de *Pleurotus* obtidas de produtores do Estado de São Paulo. Os resultados, em média, classificaram tais cogumelos como fonte de potássio (3,28%) e também de fósforo (1,4%) e ainda, segundo os autores, P e K são os maiores componentes em minerais, geralmente, encontrados no gênero *Pleurotus*.

Rampinelli (2009) também analisou os teores de minerais como chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) nos corpos frutíferos de *P. djamor* cultivados em palha de bananeira, já que o gênero *Pleurotus* tem o poder de bioacumular metais pesados, sendo eficientes em processos de biorremediação de solos (MARQUEZ-ROCHA, 2000).

Avaliando-se os resultados para os metais pesados chumbo (Pb) e mercúrio (Hg), apresentados na Tabela 20, verifica-se que a quantidade de Hg está abaixo do limite de detecção nos substratos antes e após o cultivo e, conseqüentemente, nos corpos frutíferos. Quanto ao chumbo, traços foram encontrados nos substratos antes do cultivo, diminuindo após o cultivo e bioacumulando nos corpos frutíferos para os substratos balsa e balsa e folhas na proporção (1:1), como verificado, também, por Marques-Rocha (2000). Percebe-se ainda, que o conteúdo de Pb nos corpos frutíferos é devido ao percentual encontrado na balsa de pupunheira, uma vez que o substrato composto somente por folhas de pupunheira, por não conter chumbo, não o repassou aos corpos frutíferos. Estes resultados foram comparados (item 4.3) aos valores estabelecidos pelo Decreto nº 55871 de 26 de março de 1965 que regulariza os limites máximos de tolerância (LMT) de contaminantes inorgânicos em alimentos (BRASIL, 1989).

Tabela 20 – Teores de chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) nos substratos antes do cultivo e após o cultivo e nos corpos frutíferos.

	Chumbo (mg/Kg)			Mercúrio (mg/Kg)		
	Substrato antes do cultivo	Substrato após o cultivo	Corpos frutíferos	Substrato antes do cultivo	Substrato após o cultivo	Corpos frutíferos
Bainha	8,27	4,09	2,66	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Folhas	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Bainha e folhas (1:1)	7,51	3,00	2,40	< 0,001	< 0,001	< 0,001

4.3 Avaliação nutricional dos corpos frutíferos

Segundo Silva *et al.* (2007), o valor nutricional dos cogumelos depende da composição química do substrato utilizado e das condições de cultivo. Fatores como a idade de desenvolvimento do cogumelo, a composição do substrato, bem como o método de cultivo, influenciam no teor de proteínas, fibras, minerais e nos constituintes do aroma e do sabor (STURION e OETTERER, 1995).

De acordo com Furlani e Godoy (2007), cogumelos comestíveis constituem alimento com excelente valor nutritivo, pois apresentam alto teor de proteínas e fibras alimentares, além de conter um baixo teor de lipídeos.

Na discussão a seguir avaliaram-se os resultados das análises realizadas no presente estudo, quanto à possibilidade de *Pleurotus ostreatus*, cultivado em bainha, folhas e em bainha e folhas de pupunheira (1:1), ser considerado fonte de fibras, proteínas, vitaminas e minerais e avaliar os teores de açúcares e de gordura presentes.

A Tabela 25 (Anexos) apresenta as condições para declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes em base úmida de acordo com a Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998 (ANVISA, 1998).

Para a comparação com os valores da Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998 (ANVISA, 1998), os teores de carboidratos, gordura total, fibras, proteínas, vitaminas e minerais foram convertidos para base úmida, levando-se em consideração o teor de umidade encontrado para corpos frutíferos cultivados no

substrato bainha de pupunheira (89,6%), folhas de pupunheira (87,7%) e por bainha e folhas de pupunheira (91%). Os resultados são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 - Valores de carboidratos (açúcares), gordura total, proteínas, fibras, obtidos em base úmida para corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* e comparação com a Portaria nº 27 de 13 de Janeiro de 1998 (ANVISA, 1998).

Nutrientes	Substratos			Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998, (ANVISA, 1998).
	Bainha de pupunheira	Folha de pupunheira	Bainha e folhas de pupunheira (1:1)	
Açúcares (g/100g)	0,98	4,29	0,76	Baixo teor de açúcares (Máximo de 5g/100g).
Gordura total (g/100g)	0,25	0,37	0,27	Não contém gordura (Máximo 0,5g/100g).
Proteínas (g/100g)	2,0	2,95	2,4	Não são fonte de proteínas (Mínimo 5g/100g).
Fibras (g/100g)	0,19	0,53	0,32	Não são fonte de fibras (Mínimo 3g/100g).
P (mg/100g)	49,5	78,3	105,7	Fonte de P para os corpos frutíferos cultivados em bainha e folhas de pupunheira (1:1) (Mínimo 105 mg/100g)
K (mg/100g)	48,7	82,9	204,8	Não é fonte de K (Mínimo 300mg/100g) (LIFECLINIC, 2009)

Os dados da Tabela 21 demonstram que, de acordo com a Portaria nº 27 de 13 de Janeiro de 1998 (ANVISA, 1998), os corpos frutíferos frescos de *Pleurotus ostreatus* cultivados em bainha, folhas e em bainha e folhas de pupunheira não podem ser considerados fontes de proteínas e de fibras, possuem baixo teor de açúcares e não contém gorduras. No entanto, os corpos frutíferos frescos provenientes do substrato composto por bainha e folhas de pupunheira (1:1) podem ser considerados também fonte de fósforo.

A Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA (ANVISA, 2005), que dispõe sobre o regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis, define como cogumelo comestível “o produto obtido de espécie(s) de fungo(s) comestível(is), tradicionalmente utilizada(s) como alimento. Pode ser dessecado, inteiro, fragmentado, moído ou em conserva, submetido a processo de secagem e ou defumação e ou cocção e ou salga e ou fermentação ou outro processo tecnológico considerado seguro para a produção de alimentos.”

A produção de cogumelo comestível dessecado e moído, a partir da secagem e trituração dos corpos frutíferos, pode resultar em uma opção para enriquecimento nutricional de dietas. O Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis, RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA (ANVISA, 2005), não dispõe sobre o teor de umidade para cogumelos comestíveis secos, mas Breene (1990) relata que os basidiomas desidratados apresentam teores de umidade entre 5% e 20 %.

Considerando o produto obtido através da secagem e trituração de basidiomas de *Pleurotus ostreatus* cultivados em bainha, folhas ou em bainha e folha de pupunheira (1:1) com umidade de 10%, a avaliação dos percentuais nutricionais com os parâmetros legais determinados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes poderia ser expressa de acordo com a tabela 22.

Tabela 22 - Valores de carboidratos (açúcares), gordura total, proteínas e fibras, em base úmida (10% de umidade), para o produto obtido a partir de secagem e fragmentação de corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* e comparação com a Portaria nº 27 de 13 de Janeiro de 1998 (ANVISA, 1998).

Nutrientes	Farinha (10% umidade) de <i>P. ostreatus</i>			Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998, (ANVISA, 1998).
	Bainha de pupunheira	Folha de pupunheira	Bainha e folhas de pupunheira (1:1)	
Açúcares (g/100g)	8,5	31,4	7,6	Contém açúcares (Baixo teor de açúcares: Máximo de 5g/100g).
Gordura total (g/100g)	2,2	2,7	2,7	Baixo teor de gordura (Máximo 3,0g/100g)
Proteínas (g/100g)	17,4	21,7	24,0	Alto teor de proteína (Mínimo de 10g/100g)
Fibras (g/100g)	1,6	3,8	3,2	As farinhas de corpos frutíferos cultivados em folhas e em bainha e folhas de pupunheira (1:1) são fontes de fibras (Mínimo 3g/100g).
P (mg/100g)	428	573	1057	Alto teor de P (Mínimo 210mg/100g)
K (mg/100g)	421	607	2048	Fonte de K (Mínimo 300mg/100g) a farinha composta por corpos frutíferos cultivados em bainha de pupunheira. Alto teor de K (Mínimo 600mg/100) as farinhas provenientes de corpos frutíferos cultivados em folhas e em bainha e folhas (1:1) de pupunheira.

Verifica-se, através Tabela 22, que o produto com 10% de umidade, obtido a partir de secagem e fragmentação de corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus*, cultivado em diferentes substratos advindos de resíduos agrícolas de palmito pupunha (bainha, folhas ou bainha e folhas de pupunheira), poderia ser utilizado como suplemento alimentar, contendo carboidratos, com baixo teor de gordura e alto teor de proteínas e fósforo. Os corpos frutíferos secos (10% de umidade) e fragmentados, cultivados em folhas e em bainha e folhas de pupunheira (1:1), ainda podem ser considerados fonte de fibras e conter alto teor de potássio.

No entanto, para que este produto seja adequado à alimentação, é necessária a realização da análise de metais pesados como chumbo e mercúrio (RAMPINELLI,

De acordo com os dados da Tabela 23, observa-se que os corpos frutíferos "in natura" cultivados em bainha e em bainha e folhas de pupunheira, apesar de conterem teores de Pb, estes valores apresentam-se abaixo do limite máximo permitido pelo Decreto nº 55871 (BRASIL, 1989). Já os corpos frutíferos cultivados em bainha e em bainha e folhas de pupunheira, quando secos e fragmentados (10% de umidade), apresentaram valores de chumbo acima do limite máximo de tolerância estabelecido pelo Decreto nº 55871, não sendo indicado como alimento seguro. Os corpos frutíferos obtidos através do cultivo em folhas de pupunheira não apresentaram teor de chumbo e podem ser consumidos frescos ou desidratados a 10% de umidade.

Em relação ao teor de mercúrio, os valores se apresentaram abaixo do limite máximo permitido pelo decreto nº 55871 (BRASIL, 1989) para todos os corpos frutíferos analisados.

Sturion e Ranzani (2000) ao avaliarem diversas espécies de *Pleurotus*, cultivadas no Estado de São Paulo, em termos de diversos minerais tóxicos, entre eles Pb e Hg, não puderam afirmar que os corpos frutíferos avaliados estivessem livres da contaminação por estes metais, devido a problemas com os limites de detecção do método analítico adotado.

Rampineli (2009) também avaliou corpos frutíferos de *P. djamor* cultivados em palha de bananeira e detectou teores de Pb ($< 0,0486$ mg/Kg) dentro do limite máximo permitido pelo Decreto nº 55871. No entanto, para Hg os corpos frutíferos apresentaram 0,0298 mg/Kg, superior ao permitido pelo referido Decreto. A autora comenta que estes metais são provenientes do substrato, no caso, folhas secas (palhas) de bananeira.

Com base no exposto, realizou-se no presente estudo, uma análise do teor de chumbo nos substratos antes do cultivo, comparando-os com o permitido pelo Decreto nº 55871 (Tabela 24). Para tanto, os teores de umidade foram determinados para cada substrato, bainha de pupunheira (75,3%), folhas de pupunheira (8,0%) e bainha e folhas de pupunheira (41,6%), de acordo com a metodologia AOAC (1984).

Tabela 24 - Teores de chumbo (Pb) em mg/Kg dos substratos iniciais frescos e comparação com o limite máximo de tolerância de contaminantes inorgânicos em alimentos pelo Decreto nº 55871 (BRASIL, 1989).

Minerais	Limite máximo de tolerância (Decreto nº 55871) (mg/Kg)	Bainha de pupunheira (mg/Kg)	Folhas de pupunheira (mg/Kg)	Bainha e folhas de pupunheira (1:1) (mg/Kg)
Pb	0,80	2,04	<0,0006	4,39

Verifica-se que apesar dos substratos iniciais contendo bainha de pupunheira, apresentarem teor de Pb acima do limite máximo de tolerância permitido pelo Decreto nº 55871, os corpos frutíferos bioacumularam até 14% deste metal, permanecendo dentro do limite máximo permitido para alimentos pelo referido Decreto (BRASIL, 1989).

CONCLUSÕES

Os resíduos do processamento de *Bactris gasipaes* (folhas e bainha), possuem potencialidade para o cultivo de *Pleurotus ostreatus*, otimizando a utilização destes com a produção de um alimento com grande potencial nutricional, além de prevenir possíveis impactos ambientais decorrentes de sua disposição inadequada.

Em termos de rendimento (R%), não foi possível definir o melhor substrato para a produção de *P. ostreatus*. A bainha e folhas da pupunheira, utilizadas isoladamente como substrato, apresentaram os maiores valores, sem diferença significativa, em termos de EB (cerca de 5,6%). A bainha utilizada isoladamente levou a uma maior perda de matéria orgânica (42,8%), o que indica que este resíduo possui uma maior disponibilidade de nutrientes para a formação de corpos frutíferos.

O teor de hemicelulose nos substratos afetou o rendimento do processo. As folhas de pupunheira apresentaram maior teor de hemicelulose (28,36%), resultando em um rendimento inferior (38,2%) ao obtido no substrato bainha de pupunheira (57,1%) que possui menor teor de hemicelulose (16,24%).

Houve redução nos teores de carboidratos, proteínas, gorduras e fibras nos substratos após o cultivo em relação aos substratos antes do cultivo, sendo estes compostos acumulados nos corpos frutíferos.

O teor de carboidratos encontrado nos corpos frutíferos refletiram o teor de carboidratos encontrado no substrato de cultivo, ou seja, substratos que apresentaram baixo teor de carboidratos, bainha (7,53%) e bainha e folhas de pupunheira na proporção (1:1)(12,22%), produziram corpos frutíferos com teor de carboidratos inferior aos descritos na literatura, 9,39% e 8,5%, respectivamente. Já o teor encontrado naqueles cultivados em folhas de pupunheira, que apresentou teor de carboidratos de 24,74%, ficou dentro da faixa definida em literatura e próximo aos valores obtidos por outros autores, apresentando 34,85% de carboidratos.

O maior teor de nitrogênio dos substratos interferiu negativamente no rendimento do processo, pois o substrato composto por bainha de pupunheira apresentou o menor valor em proteínas, antes do cultivo (3,84%), e levou a um maior rendimento em corpos frutíferos (57,1%). Já o substrato folhas de pupunheira, com o maior teor de proteínas (7,51%) promoveu o menor valor em rendimento (38,2%).

Os corpos frutíferos cultivados nos três substratos estudados apresentaram uma grande capacidade de sintetizar proteínas, apresentando teores de 19,32% quando cultivados em bacia de pupunheira, 24,1% em folhas e 26,7% em bacia e folhas de pupunheira (1:1), mesmo que os substratos de cultivo contenham baixo teor deste nutriente.

Tanto os substratos quanto os respectivos corpos frutíferos apresentaram baixo teor de gordura.

Elevado teor de fibras foi encontrado nos substratos antes do cultivo (50,39, 43,24 e 49,2%) e após o cultivo (43,85, 41,05 e 40,66%) para o substrato composto por bacia, folhas e por bacia e folhas de pupunheira (1:1), respectivamente. No entanto, os corpos frutíferos apresentaram apenas 1,8% de fibras quando cultivados em bacia de pupunheira, 4,28% quando cultivados em folhas de pupunheira e 3,57% quando cultivados em bacia e folhas de pupunheira (1:1).

Os substratos compostos por bacia e folhas de pupunheira, isoladamente, apresentaram aumento no teor de cinzas após o cultivo de *P. ostreatus*, diferentemente do substrato composto por bacia e folhas de pupunheira (1:1) que apresentou uma leve diminuição no teor de cinzas após o cultivo. No entanto, independentemente de ter havido aumento ou redução no percentual de cinzas após o cultivo do fungo, os corpos frutíferos apresentaram acúmulo deste composto, 5,35% quando crescidos em bacia, 4,02% quando cultivados em folhas e 6,62% para o substrato bacia e folhas de pupunheira (1:1).

Os teores de fósforo e potássio diminuíram no substrato após o cultivo e observou-se um acúmulo destes nos corpos frutíferos, que apresentaram 0,48% de P e 0,47% de K, para o substrato bacia da pupunheira, 0,64% de P e 0,67% de K, para o substrato folhas da pupunheira e 1,18% de P e 2,27% de K, para o substrato composto por bacia e folhas de pupunheira (1:1). Para o substrato bacia e folhas de pupunheira (1:1) a quantidade de K (2,27%) nos corpos frutíferos foi maior que a de P (1,18%).

A quantidade de mercúrio se apresentou abaixo do limite de detecção nos substratos antes e após o cultivo e, conseqüentemente, nos corpos frutíferos. Quanto ao chumbo, traços foram encontrados nos substratos bacia e bacia e folhas na proporção (1:1) antes do cultivo, diminuindo após o cultivo e bioacumulando até 14% deste teor nos corpos frutíferos. O conteúdo de Pb nos

corpos frutíferos é devido ao percentual encontrado na bainha de pupunheira, uma vez que o substrato composto somente por folhas de pupunheira, por não conter chumbo, não o repassou aos corpos frutíferos. Os teores de Pb encontrados nos corpos frutíferos apresentaram-se abaixo do limite máximo de tolerância de contaminantes inorgânicos em alimentos permitido pelo Decreto nº 55871.

O produto obtido a partir da secagem e trituração dos corpos frutíferos produzidos em folhas de pupunheira poderia ser utilizado como suplemento protéico na alimentação, contendo carboidratos, com baixo teor de gordura e alto teor de proteínas, fósforo e potássio, além de ser considerado fonte de fibras.

Levando-se em consideração:

- A inexistência de diferença significativa entre o rendimento, perda de matéria orgânica e eficiência biológica dos processos utilizando bainha, folha e bainha e folha de pupunheira (1:1) como substratos;
- O maior teor de proteína, fósforo e potássio, obtidos nos corpos frutíferos produzidos no substrato bainha e folhas de pupunheira (1:1) (26,70%, 1,18%, 2,27%) em comparação aos produzidos em bainha (9,39%, 0,48%, 0,47%) e folhas de pupunheira (24,10%, 0,64%, 0,67%);
- A utilização de ambos os resíduos (bainha e folhas) gerados na produção de palmito, reduzindo de forma mais efetiva possíveis impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada destes;

Conclui-se que o substrato bainha e folhas de pupunheira (1:1) com 5% de inóculo e 2% de farelo de arroz, foi o que proporcionou melhores resultados dentre os avaliados no presente estudo, visando a produção de corpos frutíferos de *P.ostreatus* para serem consumidos “in natura”.

Para a produção de corpos frutíferos desidratados, com 10% de umidade, o substrato mais adequado, para o cultivo de *P.ostreatus*, são as folhas de pupunheira com a suplementação de 2% de farelo de arroz e 20% de inóculo.

SUGESTÕES E PERSPECTIVAS

Avaliação dos parâmetros produtivos (rendimento, eficiência biológica e perda de matéria orgânica), nos mesmos substratos (folha, bainha e bainha e folha (1:1) sem suplementação de nitrogênio.

Avaliação dos parâmetros produtivos (rendimento, eficiência biológica e perda de matéria orgânica) em substratos compostos por diferentes percentuais de folha e bainha de pupunheira.

Determinação de vitaminas nos corpos frutíferos produzidos em resíduos de pupunheira.

Análise dos aminoácidos componentes dos corpos frutíferos produzidos em resíduos de pupunheira.

Avaliação da biodisponibilidade dos nutrientes encontrados nos corpos frutíferos produzidos em resíduos de pupunheira.

REFERÊNCIAS

ABE, E.; EIRA, A.F.; MINHONI, M.T.A. Relações entre temperatura de pasteurização e contaminação do composto durante o cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Jacquim Fries) Kummer. *Científica*, v.20, p.423-433, 1992.

ABNT. ABNT NBR ISO 9000: *Sistemas de Gestão da Qualidade - Fundamentos e Vocabulário*. Rio de Janeiro, 2005. 35 p. Disponível em: <http://http://pt.scribd.com/doc/6820445/NBR-ISO-9000-2005-Sistema-de-Gestao-da-Qualidade-Fundamentos-e-Vocabulario>> Acesso em: 24 maio 2010.

ALCAMO, I. E. *Fundamentals of microbiology*. 6. ed. Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers, 2000.

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W. e BLACKWELL, M. *Introductory Mycology*, 4th Ed., 1996.

ANVISA. (1998). Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998. Disponível em <<http://e-legis.anvisa.gov.br>>. Acesso em 07 nov. 2011.

ANVISA. (2005). RDC nº 272 de 22 de setembro de 2005. Disponível em <<http://e-legis.anvisa.gov.br>>. Acesso em 15 jan. 2012.

ASSIS, I. S. (2011) Síntese e avaliação in vivo de substâncias bioativas de *Pleurotus sajor-caju*. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Universidade da Região de Joinville, Joinville, 101 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). (1984). *Official methods of analysis*. 100 ed. Arlington: A.O.A.C.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). (2005). *Official Methods of the AOAC International*, 18th ed. Maryland/USA: AOAC.

BANO, Z. A., RAJARATHNAM, S. *Pleurotus* mushrooms. Part II. Chemical composition, preservation, ad role and human food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 27, n. 2, p. 87-158, 1988.

BARRETTO, W.S.; BARRETO, F.S.; SILVA, M.G.C.P.C.; SANTOS, I.C.;RIBEIRO, M.A.Q.;MELO NETO, B.A.;VALLE, R.R. Concentração de nutrientes e carboidratos em perfílios de pupunheira (*Bactris gasipaes*). Anais do I Simpósio Brasileiro da pupunheira - Desenvolvimento com sustentabilidade. Ilhéus. 2011.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. (1996). *Planejamento e Otimização de Experimentos*. 2.ed. Campinas: Editora da Unicamp, 299p.

BERNARDI, E.; DONINI, L.P.; MINOTTO, E.; NASCIMENTO, J.S. Cultivo e características nutricionais de *Pleurotus* em substrato pasteurizado. *Bragantia*, Campinas, v.68, n.4, p.901-907, 2009

BERNAS, E.; JAWORSKA, G.; LISIEWSKA, Z. (2006). Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, v. 5, n.1, p. 5-20.

BHATTI, M.I.; JISKANI, M.M.; WAGAN, K.H.; PATHAN, M.A.; MAGSI, M.R. Growth, development and yield of oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus* (JACQ.EX.FR) Kummer as affected by different spawn rates. *Pakistan Journal of Botany*, 39(7): 2685-2692, 2007.

BISARIA, R.; MADAN, M. Mushrooms: potential protein source from cellulosic residues. *Enzyme Microbiology Technology*, v.5, jul, 251-259, 1983.

BISARIA, R.; MADAN, M.; BISARIA, V. S. (1987). Biological efficiency and nutritive value of *Pleurotus sajor-caju* cultivated on different agro-wastes. *Biological Wastes*, v.19, n.4, p. 239-255.

BONATTI, M. (2001). *Estudo do potencial nutricional de cogumelos do gênero Pleurotus cultivados em resíduos agro-industriais*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 148p.

BONATTI, M.; KARNOPP, P.; SOARES, H.M.; FURLAN, S.A. Estudo da composição de cogumelos das espécies *Pleurotus ostreatus* e *Pleurotus sajor-caju* cultivados em palha de bananeira. *Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal*, v. 4, n. 1, jun. 2003.

BONATTI, M.; KARNOPP, P.; SOARES, H.M.; FURLAN, S.A. (2004). Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. *Food Chemistry*, v. 88, p. 425-428.

BONONI, V.L.; CAPELARI, M.; MAZIERO, R.; TRUFEM, S.F.B. *Cultivo de cogumelos comestíveis*. Ed. Ícone, São Paulo, 1995.

BOSSOLAN, N.R.S. *Introdução à microbiologia*. Universidade de São Paulo. Instituto de física de São Carlos. São Carlos: 2002.

BRASIL. (1989). Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Decreto nº 55871 de 26 de março de 1965. In: Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos. Compêncio de Legislação de Alimentos. Rev. 4, São Paulo: ABIA.

BREENE, W.M. (1990). Nutritional and medicinal value of specialty mushrooms. *Journal Food Protection*, v.53, n.10, p.883-894.

ÇAGLARIRMAK, N. The nutrients of exotic mushrooms (*Lentinula edodes* and *Pleurotus* species) and an estimated approach to the volatile compounds. *Food Chemistry*, v. 105, p. 1188-1194. 2007.

CARLILE, M.J.; WATKINSON, S.C. *The Fungi*. 3. ed. London: Academic Press, 1996.

CARMO, C.F.; EIRA, P.A.; SANTOS, R.D.; BERNARDI, A.C.C.; GOMES, J.B.V.; OLIVEIRA, R.V.; NAIME, U.J.; GONÇALVES, A.O.; FIDALGO, E.C.C.; AGLIO, M.L. (2003). Aspectos culturais e zoneamento da pupunha No estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: *Embrapa Solos*, 48p. (Embrapa Solos. Documentos, 58).

CHAIMSOHN, F.P. Cultivo de pupunha e produção de palmito. Viçosa: *Aprenda Fácil*, 2000. 121p.

CHAIMSOHN, F.P.; MORSBACH, N.; DURIGAN, M.E.; TREITNY, M.R.; GOMES, E.P. Desenvolvimento de pupunha (*bactris gasipaes kunth*) cultivada para palmito em diferentes regiões do Paraná. Londrina: *IAPAR*, 2002. 54p.

CHANG, S.T.; HAYES, W.A. The biology and cultivation of edible mushrooms. *Academic Press*: London, 1978.

CHANG, S.T.; LAU, O.W.; CHO, K.Y. (1981). The cultivation and nutritional value of *Pleurotus sajor-caju*. *European Journal Microbiology Biotechnology*, v.12, p. 58-62.

CHANG, S.T.; MILES, P.G. Mushrooms: trends in production and technological development. *Genetic Engineering and Biotechnology*, p. 73-81, 1993.

CHANG, R. Functional properties of edible mushrooms. *Nutrition Reviews*, v. 54, n. 11, p. 91-93, 1996.

CLEMENT, C.R. A pupunha, uma árvore domesticada. *Ciência Hoje*, v.5, n.29, p.42-49, 1987.

CROAN, S.C. Conversion of wood waste into value-added products by edible and medicinal *Pleurotus* (fr.) P. Karst. Species (*Agaricales s.l., Basidiomycetes*). *Internacional Journal of Medicinal Mushrooms*, v. 2, p. 73-80, 2000.

DIAS, E.S.; KOSHIKUMO, E.M.S.; SCHWAN, R.F; SILVA, R. Cultivo do cogumelo *Pleurotus sajor-caju* em diferentes resíduos agrícolas. *Ciência e Agrotecnologia*, v.27, p.1363- 1369, 2003.

DONINI, L.P.; BERNARDI, E.; NASCIMENTO, J.S. (2006). Colonização do substrato capim-elefante suplementado com farelos por *Pleurotus ostreatus*. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 6, n. 2., p. 185-193.

EIRA, A.F. *Cultivo de cogumelos (compostagem, condução e ambiente)*. Anais da III Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico. Mogi das Cruzes, p.71-81. 2000.

EIRA, A.F. Cultivo do “cogumelo do sol” *Agaricus blazei* (Murrill) SS. Heinemann. Viçosa: *Aprenda fácil*, 203 p. 2003.

FARIAS, M.A. Compósitos de resina poliéster insaturado reforçados com fibra e pó de pupunheira: caracterização mecânica e perfil de absorção de água. UNIVILLE 2007

FIGUEIRÓ, G.G.; GRACIOLLI, L.A. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. *Ciência e Tecnologia*. Lavras, V.35, n.5, p.924-930, set./out., 2011

FONSECA, E.B.A.; MOREIRA, M.A.; DE CARVALHO, J.G. Cultura da pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth.). *Boletim de Extensão* nº 29. Universidade Federal de Lavras, 2001.

FREER, S.; DETROY, R. Biological delignification of ¹⁴C labeled lignocelluloses by basidiomycetes: degradation and solubilization of lignin and cellulose components. *Mycology*, New York, v.74, p.943-951, 1982.

FURLAN, S.A.; MENDONÇA, M.M.; GERN, R.M.; SANTOS, V.M.C.S.; ARAÚJO, R.P. (2000). Influência da suplementação de palha de arroz na produção de *Pleurotus sajor-caju*. *Revista Saúde e Meio Ambiente*, v.1, n.1, p. 60-63.

FURLAN, S.A.; GERN, R.M.M.; WISBECK, E.; BONATTI, M.; SILVEIRA, M.L.L.; SILVA, H.H. (2008). Possibilities of *Pleurotus* applications in food health and environmental technologies. In: KOUTINAS, A., PANKEY, A., LARROCHE, C. Ed. *Current Topics on Bioprocess in Food Industry*. Asiatech Publishers, INC, v. 2, cap. 16, p. 197-203.

FURLAN, S.A.; VIRMOND, L.J.; MIERS, D.A.; BONATTI, M.; GERN, R.M.M.; JONAS, R. (1997). Mushrooms strains able to grow at high temperatures and low pH values. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 13, n.6, p. 689-692.

FURLANI, R. P. Z. (2004). *Valor nutricional de cogumelos cultivados no Brasil*. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 88p.

FURLANI, R.P.Z.; GODOY, H.T. (2007). Valor nutricional de cogumelos comestíveis. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, v.27, n.1, p. 154-157.

GARCIA, F. F. (2009) Biodegradação de 2,4 – diclorofenol e 2,4,6 – triclorofenol por fungos do gênero *Pleurotus*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade da Região de Joinville, Joinville, 94p.

GINTEROVÁ, A.; LAZAROVÁ, A. Amino acid composition of wood-rotting fungi (*Pleurotus*) and total amino acid balance of the cultivating system. *Food Chemistry*, v. 23, p. 35-41, 1987.

GINTEROVÁ, A.; MAXIANOVA, A. (1975) The balance of nitrogen and composition of proteins in *Pleurotus ostreatus* grown on natural substrates. *Folia Microbiologica* 20, 246-250

GLIESSMAN, S. R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS. 653 p. 2001.

GODOY, H. T. (2008). Valor nutricional de cogumelos comestíveis. *In: Anais do IV SICOG (4th Internacional Symposium on mushrooms in Brazil)*, Caxias do Sul, RG, p. 22.

GRANER, E.M. *Avaliações Morfofisiológicas do desenvolvimento de microplantas de pupunheiras submetidas a tratamentos com biorreguladores*. Piracicaba, 2009. 242p.

GUNDE-CIMERMAN, N. Medicinal value of the genus *Pleurotus* (Fr.) P. Karst. (agaricales s.l., Basidiomycetes). *International Journal of medicinal Mushrooms*, v. 1, p. 69-80, 1999.

HADAR, Y.; KEREM, Z.; GORODECKI, B.; ARDON, O. Utilization of lignocellulosic waste by the edible mushroom, *Pleurotus*. *Biodegradation*, v. 3, p. 189-205, 1992.

HERNANDEZ, B.J.E.; LEON, J. Neglected crops:1492 from a different perspective. Roma: FAO.. 341 p. 1994.

HESELTIME, C.W. Solid state fermentation – an overview *Internacional Biodeterioration*, v. 23, p. 79-89, 1987.

HOLTZ, M. (2008). *Utilização de resíduos de algodão da indústria têxtil para a produção de corpos frutíferos de Pleurotus ostreatus DSM 1833*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade da Região de Joinville, Joinville, 88p.

HOLTZ, M.; BORGES, G.M.; FURLAN, S.A.; WISBECK, E. Cultivo de *pleurotus ostreatus* utilizando resíduos de algodão da indústria têxtil. *Revista de Ciências Ambientais*, v.3, n.1, p. 37 a 51, 2009.

IACOMINI, M. Polissacarídeos presentes em cogumelos comestíveis: aplicações e valores nutricionais. *In: Anais do IV SICOG (4th Internacional Symposium on mushrooms in Brazil)*, Caxias do Sul, RG, p.46. 2008.

IBGE, Produção da extração vegetal e da silvicultura. 2007 . v. 22: Brasil. Disponível em<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impresao.php?id_noticia=1270> Acesso em 08/01/2011

IIZUKA, C.; TAKEUCHI, M. (1978). *Method of artificially growing edible fungi*; U: S: Patent N° 4.071.973.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*, 3. ed, v.1, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

IQBAL, S.M.; RAUF, C.A.; SHEIKH, M.I. Yield performance os oyster mushroom on different substrates. *International Journal of Agriculture & Biology*, v.7, n.6, 2005.

ISRAEL, C.M. Utilização do resíduo do processamento do Palmitero para a produção de enzimas Hidrolíticas por Fungos do gênero *Polyporus*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 136p, 2005.

JUNIOR, N.L. Estudo de lacases fúngicas para degradação de compostos interferentes endócrinos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade da Região de Joinville, Joinville, 136p. 2010.

KURTZMAN, R.H.J. Nitrogen fixation by *Pleurotus*. *Mushroom Science X*, proceedings of the Tenth International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi, France, p. 427-435, 1978.

LATHAM, M. C. Human Nutrition in the Developing World. Roma: FAO, 1997.

LIMA, L.R.; MARCONDES, A.A. Farinha de Palmito. Projeto apresentado à EPAGRI/ Estação experimental de Itajaí (SC). 2002.

LOPES, A.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; ALVES JÚNIOR, J. ; VALÉRIO FILHO, W.V. Manejo da irrigação na cultura da pupunha no noroeste paulista. *Engenharia Rural*, v.15, único, 2004.

MADAN, M.; VASUDEVAN, P.; SHARMA, S. (1987). Cultivation of *Pleurotus sajor-caju* on different agro-wastes. *Biological Wastes*, v.22, p.241-250.

MADRUGA, M.S.; SANTOS, H. B.; BION, F. M.; ANTUNES, N. L. M. Avaliação nutricional de uma dieta suplementada com multimistura: estudo em ratos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, 24(1): 129-133, jan.-mar. 2004

MANZI, P.; MARCONI, S.; AGUZZI, A.; PIZZOFERRATO, L. (2004). Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry*, v. 84, p. 201-206.

MARQUEZ-ROCHA, F.J.; RODRIGUEZ, V.Z.H.; DUHALT, R.V. Biodegradation of soil-adsorbed polycyclic aromatic hydrocarbons by White-rot fungus *Pleurotus ostreatus*. *Biotechnology Letters*, v. 22, p. 469-472. 2000.

MARTIN, A.M. Study of the growth and biomass composition of the edible mushroom *Pleurotus ostreatus*. *Food Science and Human Nutrition*, p. 239-248, 1992.

MARTÍNEZ, M.L.; BALLESTER, L.A. *Cultivo de champiñones*. 1ª edição: Buenos Aires: Grupo Imaginador de Ediciones, 96p., 2004.

MAZIERO, R.; ZADRAZIL, F. Effects of different heat pre-treatments of wheat straw on its microbial activity and colonization by different tropical and sub-tropical edible mushrooms. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, v. 10, p. 374-380, 1994.

- MEDINA, J.C. (1990). *Banana: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos*. Campinas: ITAL, 131p.
- MELO, B. *Resumo da Cultura de Palmáceas*. Núcleo de estudo em fruticultura do Cerrado. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Ciências Agrárias. 1999.
- MILES, P.G.; CHANG, S. T. (1997). *Biologia de las setas: fundamentos básicos y acontecimientos actuales*. Hong Kong: World Scientific, 133p.
- MILLER, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid for determination of reducing sugars. *Analytical Chemistry*, v. 31, p.426-428.
- MINISTÉRIO DO INTERIOR. *Perfis indicativos para agroindustrialização de babaçu, mandioca e palmito*. BRASÍLIA: PRODIAT, 19850201. V.11. 99 p, 1985
- MIZUNO, M. (2000). Anti-tumor polysaccharides from mushrooms during storage. *BioFactors*, n. 12, p. 275-281.
- MIZUNO, T. (1999). The extraction and Development of Antitumor-Active Polysaccharides from Medicinal Mushrooms in Japan (Review). *International Journal of Medicinal Mushrooms*, v. 1, p. 9-29.
- MODA, E.M.; HORII, J.; SPOTO, M.H.F. Edible mushroom *Pleurotus sajor-caju* production on washed and supplemented sugarcane bagasse. *Scientia Agricola*, v.62, p.127-132, 2005.
- MODA, E.M. (2008). *Aumento da vida útil de cogumelos Pleurotus sajor-caju in natura com aplicação de radiação gama*. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 107p.
- MONTEIRO, M.A.M.; STRINGHETA, P.C.; COELHO, D.T., MONTEIRO, J.B. R. Estudo sensorial de sopa-creme formulada à base de palmito. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, 21(1): 5-9, jan.-abr. 2001.
- NICHOLS, M. Mushrooms: The art of cultivating these fickle fungi. *Agrobusiness Worldwide*, jul/ago, p. 6-14, 1992.
- OLIVEIRA, H.C.B.; URBEN, A.F. Cultivo de *Pleurotus* SP. Utilizando a técnica “Jun-Cao”. In: URBEN, A.F. *Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada*. Brasilia: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. 186p.
- ORTEGA, G.M.; MARTÍNEZ, E.O.; BETANCOURT, D.; GONZÁLEZ, A.E. Bioconversion of sugar cane crop residues with white-rot fungi *Pleurotus* sp. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 8, n. 4, p. 402-405, 1992.
- PATRABANSH, S.; MADAN, M. Studies on cultivation, biological efficiency and chemical analysis of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer on different bio-wastes. *Acta Biotechnology*, v. 17, n. 2, p. 107-122, 1997.

PEDRA, W.N.; MARINO, R.H. Cultivo axênico de *Pleurotus* spp. em serragem da casca de coco (cocos nucifera linn.) suplementada com farelo de arroz e/ou de trigo. *Arquivo do Instituto de Biologia.*, v. 73, n. 2, p. 219-225, 2006.

PELCZAR, M.; REID, R.; CHAN, E.C.S. *Microbiology: concepts and applications*. McGraw-Hill: New York, 1996.

PERALTA, R.M. *Aproveitamento de resíduos de frutas para a produção de enzimas lignocelulolíticas por basidiomicetos*. In: SICOG - SIMPOSIO INTERNACIONAL DE COGUMELOS, 4, 2008, Caxias do Sul. P. 99 - 302.

PINTO, G.A.S.; BRITO, E.S.; ANDRADE, A.M.R.; FRAGA, S.L.P.; TEIXEIRA, R.B. Fermentação em estado sólido: uma alternativa para o aproveitamento e valorização de resíduos agroindustriais tropicais. *Comunicado técnico*, 102. EMBRAPA, 2005.

QINNGHE, C.; XIAOYU, Y.; TIANGUI, N.; CHENGA, J.; QIUGANG, M. (2004). The screening of culture condition and properties of xylanase by white-rot fungus *Pleurotus ostreatus*. *Process Biochemistry*, v.39, p.1561–1566.

RAJARATHNAM, S.; BANO, Z. *Pleurotus* mushrooms. Part III. Biotransformations of natural lignocellulosic wastes: commercial applications and implications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 28, p. 31-113, 1989

RAJARATHNAM, S.; SHASHIREKA, M.N.; BANO, Z. Biopotentialites of the basidiomycetes. *Advances in Applied Microbiology*, v.37, p.223-361, 1992.

RAJARATHNAM S.; SHASHIREKA, M.N.; BANO, Z. (1998). Biodegradative and biosynthetic capacities of mushrooms: present and future strategies. *Critical Reviews in Biotechnology*, v. 18, p. 233-361.

RAMPINELLI, J.R. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade da Região de Joinville, Joinville, 109p. 2009.

RAMPINELLI, J.R.; SILVEIRA, M.L.L.; GERN, R.M.M.; FURLAN, S.A.; NINOW, J.L.; WISBECK, E. Valor nutricional de *Pleurotus djamor* cultivado em palha de bananeira. *Alimentos e Nutrição Araraquara*. Araraquara. v. 21, n. 2, p. 197-202, abr./jun. 2010.

RANZANI, M.R.T.C.; STURION, G.L. (1998). Avaliação da composição de *Pleurotus* spp. cultivados em folha de bananeira. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, n. 16, p. 339-348.

REIS, M.S.; REIS, A. *Euterpe edulis* Martius - palmito: biologia, conservação e manejo. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí, 2000.

RIGONI, D.; CORADIN, J.H.; ROSSO, M.L. (2008). Avaliação da composição química de cogumelos comestíveis comercializadas na região de Curitiba/PR. In: Anais do IV SICOG (4th Internacional Symposium on mushrooms in Brazil), Caxias do Sul, RG, 2008, p.142.

RORABACHER, D.B. (1991). Statistical treatment for rejection of deviant values: critical values of Dixon's "Q" parameter and related subrange ratios at the 95% confidence level. *Analytical Chemistry*, v.63, n.2, p.139-146.

SALES-CAMPOS, C.; OLIVEIRA, L.A.; ARAUJO, L.M.; VAREJÃO, M.J.C.; ANDRADE, M.C.N. Composição mineral de uma linhagem de *Pleurotus ostreatus* cultivada em resíduos madeireiros e agroindustriais da região amazônica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 29(4): 868-872, out.-dez. 2009.

SALES-CAMPOS, C.; OLIVEIRA, L.A.; ARAUJO, L.M.; MINHONI, M.T.A.; ANDRADE, M.C.N. Análise físico-química e composição nutricional da matéria prima e de substratos pré e pós cultivo de *Pleurotus ostreatus*. *Interciência*, VOL. 35, Nº 01, Jan 2010.

SAMPAIO, L. C.; NETO, S.N.O.; LELES, P.S.S.; SILVA, J.A.; VILLA E.B. Análise técnica e econômica da produção de palmito de pupunha (*Bactris gasipaes Kunth.*) e de palmeira-real (*Archontophoenix alexandrae Wendl. & Drude*). *Revista Floresta e Ambiente*. v. 14, n. 1, 2007.

SANTOS, Á.F.; BEZERRA, J.L.; TESSMANN, D.J.; POLTRONIERI, L.S.; Ocorrência de *Curvularia senegalensis* em Pupunheira e Palmeira. *Fitopatologia Brasileira*, v. 28, n. 2, mar – abr, 2003.

SANTOS, A.S. Estudo da viabilidade de aplicação de fibras da pupunheira (*Bactris gasipaes* h. B.k) como alternativa à fibra de vidro no desenvolvimento de produtos. UNIVILLE, 2007

SANTOS, M.M.; AMAZONAS, M.A.L.A.; KRIEGER, N.; MITCHELL, D.A. Seleção de macrofungos produtores de lipases e proteases. In: XIV Simpósio nacional de Fermentações, 2003, Florianópolis-SC. XIV Simpósio nacional de Fermentações, 2003.

SANTOS, V.M.C.S. (2000). *Contribuição ao estudo da produção de Pleurotus spp. em resíduos lignocelulósicos*. Florianópolis, 2000. 149f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Federal de Santa Catarina.

SCARIOT, M.R.; RAK, L.; COSTA, S.M.G.; CLEMENTE, E. Composição química de cogumelos comestíveis cultivados em resíduo de algodão (*Gossypium hirsutum L.*). *Acta Scientiarum*, v. 22, p. 317-320, 2000.

SCHUCHARDT, F.; ZADRAZIL, F.A. Fermenter for solid state fermentation os straw by white-rot fungi. In: ZADRAZIL, F.; REINIGER, P. Treatment of lignocellulosics with white rot fungi. Ed. Elsevier Applied Science Publishers Ltda, England, p. 77-89, 1988.

SERMANNI, G.G.; PORRI, A. The potentiality of solid state biotransformation of lignocellulosic materials. *Chimica oggi*. Março: 15 – 19, 1989.

SICHERI, R.; COITINHO, D.C.; MONTEIRO, J.B.; COUTINHO, W.F. Recomendações de alimentação e nutrição saudável para a população Brasileira. *Arquivo Brasileiro Endocrinologia Metabólica*. São Paulo: v. 44, n. 3, Junho, 2000.

SILVA, D. J. (1981). *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 166p.

SILVA, E.G.; DIAS, E.S.; SIQUEIRA, F.G.; SCHWAN, R.F. (2007). Análise química de corpos de frutificação de *Pleurotus sajor-caju* cultivado em diferentes concentrações de nitrogênio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 1, p. 72-76.

SILVA, F.A.M.; PRADO, J.E.; SILVA, R.B. Aproveitamento de Resíduos da Agroindústria do Palmito no Vale do Ribeira. *Revista Brasileira de Agroecologia*. Vol.4. Nº2. Novembro, 2009.

SILVA, R.R.; COELHO, G.D. Fungos. Principais grupos e aplicações biotecnológicas. Curso de Capacitação de monitores e educadores. *Programa de Pós graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica*, São Paulo, 20p. 2006.

SILVEIRA, M. L. (2003). Comparação entre o desempenho de inóculo sólido e inóculo líquido para o cultivo de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 90p.

SINGH, K.; PUNIYA, A.K.; SINGH, S. Biotransformation of crop residues into animal feed by solid state fermentation. *Journal of Scientific and Industrial Research*, v. 55, p. 472-478, 1996.

SOUZA, A.F.; ROSADO, F.R. Utilização de fungos basidiomicetes em Biodegradação de efluentes têxteis. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v.2, n.1, p. 121-139, jan./abr. 2009.

SOUZA, E.P.; SOARES, N.S.; CORDEIRO, S.A.; SILVA, M.L. Competitividade da produção de palmito de pupunha no Espírito Santo e em São Paulo. *RESR*, Piracicaba, SP, vol. 49, nº 01, p. 157-180, jan/mar 2011.

STURION, G.L. (1994). Utilização da folha de bananeira como substrato para o cultivo de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp.). Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 147p.

STURION, G.L.; OETTERER, M. (1995). Composição química de cogumelos comestíveis (*Pleurotus* spp.) originados de cultivos de diferentes substratos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.15, n. 2, p. 189-193.

STURION, G.L.; RANZANI, M.R.T.C. (2000). Composição em minerais de cogumelos comestíveis cultivados no Brasil - *Pleurotus* spp e outras espécies desidratadas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v.50, n.1, p. 102-108.

THOMAS, G.V.; PRABHU, S.R.; REENY, M.Z.; BOPAIAH, B.M. (1998). Evaluation of lignocellulosic biomass from coconut palm as substrate for cultivation os *Pleurotus*

sajor-caju (Fr.) Singer. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, v. 14, p. 879-882.

TONINI, R.C.G. Utilização da Bainha Mediana de Palmito (*Euterpe edulis* Mart.–Arecaceae) como substrato para cultivo de *Lentinula edodes* (Beck.) Pegler, 2004. 125p.; Dissertação de Mestrado. Faculdade Regional de Blumenau – FURB, Blumenau, 2004.

TORO, G.V.D.; VEGA, R.C.; GARÍN-AGILAR, M.E.; LARA, L.H. (2006). Biological quality of proteins from three strains of *Pleurotus* spp. *Food Chemistry*, v.94, p. 494-497.

URBEN, A.F. Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada. 2. Ed. rev. Ampl. – Brasília: *Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia*. 2004. 186 p.

VERRUMA-BERNARDI, M.R.; MORAES, C.W.S.; MACHADO, C.A.; KAJISHIMA, S.; COSTA, E.Q. Análise descritiva quantitativa do palmito de pupunheira. *Acta Amazonica*, v. 37, n. 4, 2007.

VOGEL, F.; SALMONES, D. Análisis comparativo de La productividad de cepas de *Pleurotus* spp. cultivadas en una planta comercial. *Revista Iberoamericana de Micología*. 2000; 17: 138-141.

WANG, D.; SAKODA, A.; SUZUKI, M. (2001). Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. *Bioresource Technology*, v. 78, p. 293-300.

YILDIZ, A.; KARAKAPLAN, M.; AYDIN, F. Studies on *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kum. var. *salignus* (Pers. ex Fr.) Konr.et Maubl.: cultivation, proximate composition, organics and mineral composition of carpophores. *Food Chemistry*, v. 61, n. 1/2, p. 127-130, 1998.

YILDIZ, S.; YILDIZ, U.C.; GEZER, E.D.; TEMIZ, A. Some lignocellulosic wastes used as raw material in cultivation of the *Pleurotus ostreatus* culture mushroom. *Process Biochemistry*, November 2002, vol. 38, no. 3, p. 301-306.

YUYAMA, K. Sistemas de cultivo para produção de palmito da pupunheira. *Horticultura Brasileira*, 15 (Suplemento): 191-198, 1997.

YUYAMA, L.K.O. Melhoramento de pupunheira para produção de palmito no INPA. Manaus: *INPA*, 2005. 5p. (Relatório apresentado na reunião técnica do projeto de ProBio/MMA Pupunha – Raças Primitivas e Parentes Silvestres)

ZADRAZIL, F. Influence of the CO₂ concentration on the mycelium growth of three *Pleurotus* species. *European Journal Applied Microbiology*, v. 1, p. 327-335, 1975.

ZADRAZIL, F. Cultivation of *Pleurotus*. In CHANG, S. T.; HAYES, W.A. The biology and cultivation of edible mushrooms. Cap. 25, p. 521-554. *Academic Press*: London, 1978.

ZADRAZIL, F. Influence of ammonium nitrate and organic supplements on the yield of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Sing. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v.9, p. 31-35, 1980.

ZADRAZIL, F.; BRUNNERT, H. Investigation of physical parameters important for the solid state fermentation of straw by white rot fungi. *European Journal Applied Microbiology Biotechnology*, v. 11, p. 183-188, 1981.

ZADRAZIL, F.; KURTZMAN, R. H. The biology of *Pleurotus* cultivation in the tropics. In: CHANG, S. T.; QUIMIO, T. H. *Tropical Mushrooms*. Hong Kong: Chinese Univ. Press, 1984.

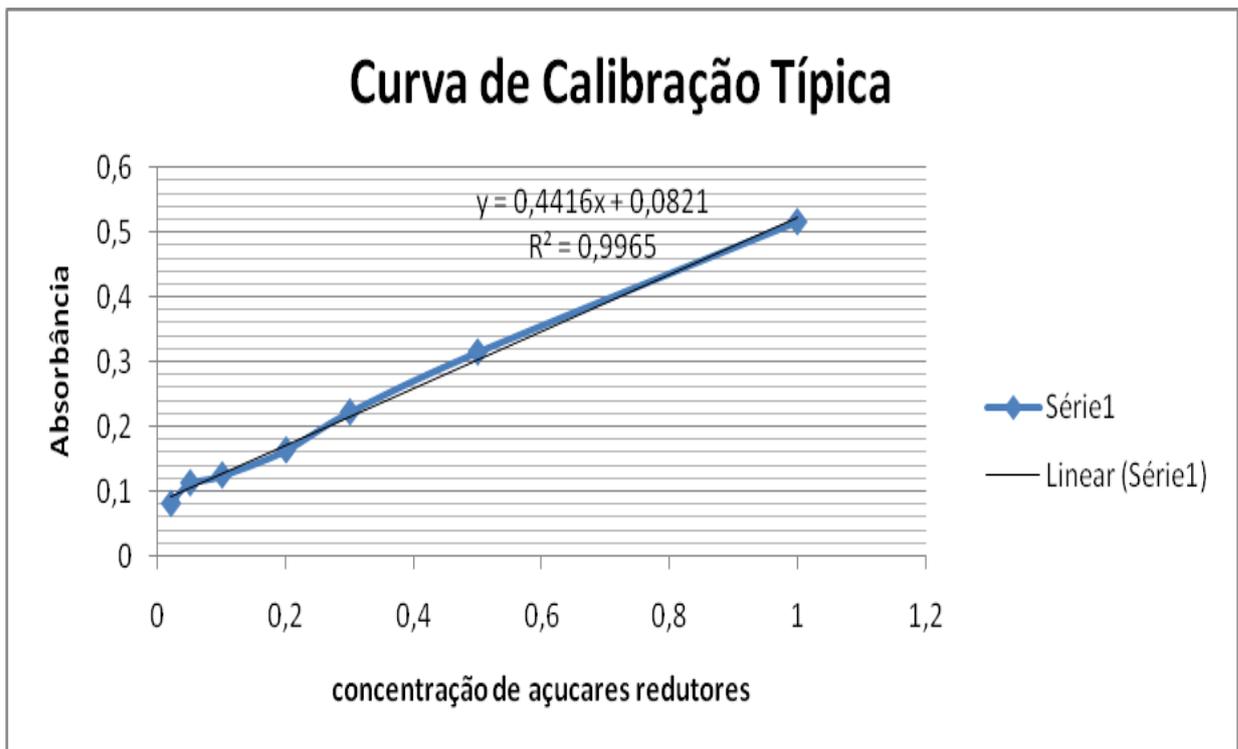
ZADRAZIL, F. Screening of fungi for lignin decomposition and conversion of straw into feed. *Angew Botanik*, v. 59, p. 433-452, 1985.

ZADRAZIL, F.; REINIGER, P. *Treatment of lignocellulosics with white rot fungi*. England: Ed. Elsevier Applied Science Publishers Ltda, p. 77-89, 1988.

ZHANG, J.; WANG, G.; LI, H.; ZHUANG, C.; MIZUNO, T.; ITO, H.; SUZUKI, C.; OKAMOTO, H.; LI, J. (1994). Antitumor Polysaccharides from a Chinese Mushroom, "Yuhuangmo", the Fruiting Body of *Pleurotus citrinopileatus*. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, n.58, v.7, p. 1195-1201.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Curva de calibração típica obtida a partir da leitura da absorbância de soluções de glicose com concentrações conhecidas a 540 nm em espectrofotometro.



ANEXOS

Legislação

Tabela 25 - Conteúdo de nutrientes, em base úmida, necessários para considerar um alimento em não conter, de baixo teor, como fonte ou de alto teor do nutriente.

Nutrientes	Conteúdo
Açúcares	Baixo teor: Máximo de 5g/100 g (sólidos) Não contém: Máximo de 0,5g/100 g (sólidos)
Gordura total	Baixo teor: Máximo de 3g/100 g (sólidos) Não contém: Máximo de 0,5g/100 g (sólidos)
Fibras	Fonte: Mínimo de 3g/100g (sólido) Alto teor: Mínimo de 6g/100g (sólido)
Proteínas	Fonte: Mínimo de 10% da IDR* de referência/100g (sólido) Alto teor: Mínimo de 20% da IDR* de referência/100g (sólido)
Vitaminas	Fonte: Mínimo de 15% da IDR* de referência/100g (sólido) Alto teor: Mínimo de 30% da IDR* de referência/100g (sólido)
Minerais	Fonte: Mínimo de 15% da IDR* de referência/100g (sólido) Alto teor: Mínimo de 30% da IDR* de referência/100g (sólido)

* IDR (Ingestão Diária Recomendada)

Fonte: ANVISA (1998).

Tabela 26 - Valores estabelecidos pelo Decreto nº 55871 de 26 de março de 1965 que regulariza os limites máximos de tolerância (LMT) de contaminantes inorgânicos em alimentos

Contaminante inorgânico	Alimentos em que podem ser encontrados	Limite Máximo de Tolerância LMT (ppm)
	Peixes, crustáceos e moluscos	0,50
Mercúrio	Qualquer outro alimento	0,01
Chumbo	Outros*	0,80

*Os cogumelos não contam da lista de alimentos descrita e por isso se enquadram em "outros"
Fonte: BRASIL, 1989



Rua Dona Elza Meinert, 900 - Costa e Silva - Joinville - SC - CEP 89.218-650

Central de Atendimento 47 3026 2063

RELATÓRIO DE ANÁLISES**RAI 8811/11**

Solicitante: UNIVILLE – UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE	Contato: Prof. Dra. Elizabeth Wisbeck
Endereço: Campus Universitário, S/N	Bairro: Aventureiro
Município: Joinville	Estado: Santa Catarina
Técnica Analítica: Calcinação – Abertura Ácida – ICP	

1- Referente as Amostras

Amostra	1	2	3
Caracterização	Corpo Frutífero <i>P. Ostreatus</i>	Substrato + meio <i>P. Ostreatus</i>	Substrato + Suplemento
Estado Físico das Amostras	Material Pulverizado	Material Pulverizado	Material Pulverizado
Data de Entrada no Laboratório	25/07/2011	25/07/2011	25/07/2011
Data da Conclusão Analítica	29/07/2011	29/07/2011	29/07/2011

2- Método Experimental

Das amostras foram retiradas alíquotas com massa conhecida, submetidas ao processo de calcinação em Forno Mufla a temperatura de 650 °C com rampa de aquecimento na ordem de 50 °C por Hora. Posteriormente foi efetuado um ataque ácido a base de Ácido Clorídrico e Ácido Nítrico. Após as amostras abertas, foram diluídas em balão volumétrico de 250 mL e submetidas à análise via ICP (Espectrofotometria de Campo de Plasma Induzido) para determinação de Chumbo, Fósforo, Potássio e Mercúrio.

César Jocias Weber
CRQ: 13200568

RELATÓRIO DE ANÁLISES**RAI 8811/11**

<i>Solicitante: UNIVILLE – UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE</i>	<i>Contato : Prof. Dra. Elizabeth Wisbeck</i>
<i>Endereço: Campus Universitário , S/N</i>	<i>Bairro: Aventureiro</i>
<i>Município: Joinville</i>	<i>Estado: Santa Catarina</i>
<i>Técnica Analítica: Calcinação – Abertura Ácida - ICP</i>	

3- Resultados Analíticos.

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Técnica Analítica</i>	<i>Limite de Detecção</i>	<i>Amostra 1</i>	<i>Amostra 2</i>	<i>Amostra 3</i>
<i>Chumbo</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>ICP</i>	<i>0,05</i>		<i>3,00</i>	<i>7,51</i>
<i>Fósforo</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>ICP</i>	<i>0,05</i>	<i>11747,49</i>	<i>1075,38</i>	<i>1776,42</i>
<i>Potássio</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>ICP</i>	<i>0,05</i>	<i>22 756,15</i>	<i>3 963,89</i>	<i>4 378,50</i>
<i>Mercúrio</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>EAA/VGA</i>	<i>0,001</i>	<i>< 0,001</i>	<i>< 0,001</i>	<i>< 0,001</i>

Equipamentos Utilizados nas Análises

CONTROLE DE DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO EQUIPAMENTOS DO LAB. FÍSICO-QUÍMICO		
Equipamentos	Modelo	Nº Certificado
ICP	Varia ES 710	Acuu Stadart Inc

César Jocias Weber
CRQ: 13200568

RELATÓRIO DE ANÁLISES**RAI 8948/11**

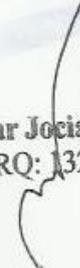
<i>Solicitante: UNIVILLE – UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE</i>	<i>Contato : Prof. Dra. Elizabeth Wisbeck</i>
<i>Endereço: Campus Universitário , S/N</i>	<i>Bairro: Aventureiro</i>
<i>Município: Joinville</i>	<i>Estado: Santa Catarina</i>
<i>Técnica Analítica: Calcinação – Abertura Ácida - ICP</i>	

1- Referente as Amostras

<i>Amostra</i>	<i>I</i>
<i>Caracterização</i>	<i>Corpo Frutífero P. Ostreatus</i>
<i>Estado Físico das Amostras</i>	<i>Material Pulverizado</i>
<i>Data de Entrada no Laboratório</i>	<i>10/08/2011</i>
<i>Data da Conclusão Analítica</i>	<i>15/08/2011</i>

2- Método Experimental

Das amostras foram retiradas alíquotas com massa conhecida, submetidas ao processo de calcinação em Forno Mufla a temperatura de 650 °C com rampa de aquecimento na ordem de 50 °C por Hora. Posteriormente foi efetuado um ataque ácido a base de Ácido Clorídrico e Ácido Nítrico. Após as amostra abertas, foram diluídas em balão volumétrico de 250 mL e submetidas à análise via ICP (Espectrofotometria de Campo de Plasma Induzido) para determinação de Chumbo .



César Jocias Weber
CRQ: 13200568

RELATÓRIO DE ANÁLISES**RAI 8948/11**

<i>Solicitante: UNIVILLE – UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE</i>	<i>Contato : Prof. Dra. Elizabeth Wisbeck</i>
<i>Endereço: Campus Universitário , S/N</i>	<i>Bairro: Aventureiro</i>
<i>Município: Joinville</i>	<i>Estado: Santa Catarina</i>
<i>Técnica Analítica: Calcinação – Abertura Ácida - ICP</i>	

3- Resultados Analíticos.

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Técnica Analítica</i>	<i>Limite de Detecção</i>	<i>Amostra 1</i>
<i>Chumbo</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>ICP</i>	<i>0,05</i>	<i>2,40</i>

Equipamentos Utilizados nas Análises

CONTROLE DE DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO EQUIPAMENTOS DO LAB. FÍSICO-QUÍMICO		
Equipamentos	Modelo	Nº Certificado
ICP	Varia ES 710	Acuu Stadart Inc

César Jocias Weber
CRO: 13200568

RELATÓRIO DE ANÁLISES**RAI 9490/11**

<i>Solicitante: UNIVILLE – UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE</i>	<i>Contato : Prof. Dra. Elizabeth Wisbeck</i>
<i>Endereço: Campus Universitário , S/N</i>	<i>Bairro: Aventureiro</i>
<i>Município: Joinville</i>	<i>Estado: Santa Catarina</i>
<i>Técnica Analítica: Calcinação – Abertura Ácida - ICP</i>	

1- Referente as Amostras

<i>Amostra</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Caracterização</i>	<i>Substrato Residual Bainha</i>	<i>Substrato Inicial Bainha</i>	<i>Corpo Bainha</i>
<i>Estado Físico das Amostras</i>	<i>Material Pulverizado</i>	<i>Material Pulverizado</i>	<i>Material Pulverizado</i>
<i>Data de Entrada no Laboratório</i>	<i>03/11/2011</i>	<i>03/11/2011</i>	<i>03/11/2011</i>
<i>Data da Conclusão Analítica</i>	<i>08/11/2011</i>	<i>08/11/2011</i>	<i>08/11/2011</i>

2- Método Experimental

Das amostras foram retiradas alíquotas com massa conhecida, submetidas ao processo de calcinação em Forno Mufla a temperatura de 650 °C com rampa de aquecimento na ordem de 50 °C por Hora. Posteriormente foi efetuado um ataque ácido a base de Ácido Clorídrico e Ácido Nítrico. Após as amostra abertas, foram diluídas em balão volumétrico de 250 mL e submetidas à análise via ICP (Espectrofotometria de Campo de Plasma Induzido) para determinação de Chumbo , Fósforo, Potássio e Mercúrio.

César Jocias Weber
 CRO: 13200568



Rua Dona Elza Meinert, 900 - Costa e Silva - Joinville - SC - CEP 89.218-650

Central de Atendimento (47) 3026 2063

RELATORIO DE ANALISES**RAI 9490/11**

<i>Solicitante: UNIVILLE – UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE</i>	<i>Contato : Prof. Dra. Elizabeth Wisbeck</i>
<i>Endereço: Campus Universitário , S/N</i>	<i>Bairro: Aventureiro</i>
<i>Município: Joinville</i>	<i>Estado: Santa Catarina</i>
<i>Técnica Analítica: Calcinação – Abertura Ácida - ICP</i>	

3- Resultados Analíticos.

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Técnica Analítica</i>	<i>Limite de Detecção</i>	<i>Amostra 1</i>	<i>Amostra 2</i>	<i>Amostra 3</i>
<i>Chumbo</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>ICP</i>	<i>0,05</i>	<i>8,27</i>	<i>4,09</i>	<i>2,66</i>
<i>Fósforo</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>ICP</i>	<i>0,05</i>	<i>412,51</i>	<i>752,96</i>	<i>4 759,06</i>
<i>Potássio</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>ICP</i>	<i>0,05</i>	<i>370,66</i>	<i>634,39</i>	<i>4 679,41</i>
<i>Mercúrio</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>EAA/VGA</i>	<i>0,001</i>	<i>< 0,001</i>	<i>< 0,001</i>	<i>< 0,001</i>

Equipamentos Utilizados nas Análises

CONTROLE DE DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO EQUIPAMENTOS DO LAB. FÍSICO-QUÍMICO		
Equipamentos	Modelo	Nº Certificado
ICP	Varia ES 710	Acuu Stadart Inc

César Jocias Weber
CRQ: 13200568

RELATÓRIO DE ANÁLISES**RAI 10028/12**

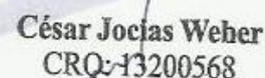
<i>Solicitante: UNIVILLE – UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE</i>	<i>Contato : Prof. Dra. Elizabeth Wisbeck</i>
<i>Endereço: Campus Universitário , S/N</i>	<i>Bairro: Aventureiro</i>
<i>Município: Joinville</i>	<i>Estado: Santa Catarina</i>
<i>Técnica Analítica: Calcinação – Abertura Ácida - ICP</i>	

1- Referente as Amostras

<i>Amostra</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Caracterização</i>	<i>Corpo Frutífero</i>	<i>Substrato Final Folha</i>	<i>Substrato Inicial Folha</i>
<i>Estado Físico das Amostras</i>	<i>Material Pulverizado</i>	<i>Material Pulverizado</i>	<i>Material Pulverizado</i>
<i>Data de Entrada no Laboratório</i>	<i>12/03/2012</i>	<i>12/03/2012</i>	<i>12/03/2012</i>
<i>Data da Conclusão Analítica</i>	<i>22/03/2012</i>	<i>22/03/2012</i>	<i>22/03/2012</i>

2- Método Experimental

Das amostras foram retiradas alíquotas com massa conhecida, submetidas ao processo de calcinação em Forno Mufla a temperatura de 650 °C com rampa de aquecimento na ordem de 50 °C por Hora. Posteriormente foi efetuado um ataque ácido a base de Ácido Clorídrico e Ácido Nítrico. Após as amostra abertas, foram diluídas em balão volumétrico de 250 mL e submetidas à análise via ICP (Espectrofotometria de Campo de Plasma Induzido) para determinação de Chumbo , Fósforo, Potássio e Mercúrio.



César Jocas Weber
CRQ-13200568

RELATORIO DE ANALISES**RAI 10028/12**

<i>Solicitante: UNIVILLE – UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE</i>	<i>Contato : Prof. Dra. Elizabeth Wisbeck</i>
<i>Endereço: Campus Universitário , S/N</i>	<i>Bairro: Aventureiro</i>
<i>Município: Joinville</i>	<i>Estado: Santa Catarina</i>
<i>Técnica Analítica: Calcinação – Abertura Ácida - ICP</i>	

3- Resultados Analíticos.

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidade</i>	<i>Técnica Analítica</i>	<i>Limite de Detecção</i>	<i>Amostra 1</i>	<i>Amostra 2</i>	<i>Amostra 3</i>
<i>Fósforo</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>ICP</i>	<i>0,05</i>	<i>6 369,45</i>	<i>535,68</i>	<i>523,48</i>
<i>Potássio</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>ICP</i>	<i>0,05</i>	<i>6 745,47</i>	<i>523,48</i>	<i>784,38</i>
<i>Mercúrio</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>EAA/VGA</i>	<i>0,001</i>	<i>< 0,001</i>	<i>< 0,001</i>	<i>< 0,001</i>

Equipamentos Utilizados nas Análises

CONTROLE DE DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO EQUIPAMENTOS DO LAB. FÍSICO-QUÍMICO		
Equipamentos	Modelo	Nº Certificado
ICP	Varia ES 710	Acuu Stadart Inc

César Jocias Weher
CRQ: 13200568

RELATÓRIO DE ANÁLISE

RAI N°: 10146/12

Processo Comercial N°: 353/2012

Dados do Interessado:

Empresa Solicitante: UNIVILLE - Universidade da Região de Joinville
 Endereço: Campus Universitário
 Nome do Solicitante: Profa. Dra. Elisabeth Wisbeck

DADOS DA AMOSTRA

Tipo de amostra: CORPO FRUTÍFERO
 Local de coleta: SUBSTRATO FINAL
 Data de coleta: 11/04/2012
 Responsável pela coleta: O SOLICITANTE
 GPS: NÃO INFORMADO
 Período de análise: 11/04/2012 A 13/04/2012
 Data da publicação: 16/04/2012

DADOS REFERENTE A COLÉTA

Parâmetro	Resultado
LOCAL DE COLETA:	SUBSTRATO FINAL
Data da Coleta:	11/04/2012
Horário da Coleta:	NÃO INFORMADO
Condições Climáticas:	ABERTO
Estado Físico da Amostra:	SÓLIDO
Temperatura Ambiente:	°C
Temperatura Amostra:	°C
pH da Amostra:	NÃO OBJETÁVEL
Oxigênio Dissolvido:	mg/L
Condutividade:	µS/cm
Salinidade:	‰
Entrada:	11/04/2012
Data da Conclusão:	11/04/2012
Metodologia de Analítica:	Standard Methods, 21 edição. Norma ISO 7150:1 , Norma ISO 11905:1 NBR 13348, NBR 12614 e NBR 10561
Método da Coleta:	Norma Técnica ABNT NBR 9898/87
Responsável pela Coleta:	O SOLICITANTE
TIPO DE AMOSTRA:	CORPO FRUTÍFERO

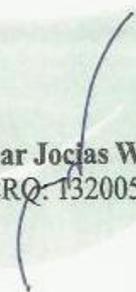
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados	LAUDO ESPECIAL	Técnica Analítica
Chumbo	%W/W	0,01	<0,005	NO	ICP

César Jocias Weher
 CRO: 13200568

CONTROLE DE DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO EQUIPAMENTOS DO LAB. FÍSICO-QUÍMICO		
Equipamentos	Modelo	Nº Certificado
Incubadora DBO	FANEM	201110107
Balança Semi-Analítica	Mark 1300	302110308
Balança Analítica	APX-200	510101008
Condutivímetro	DM-3P	801101021
Espectrofotômetro	DR2800	301101019
Mufla (termômetro)	-	5055101008
Oxímetro	55	302101019
pHmetro	DM-20	503101008
Condutivímetro	CD 4303	1801110509
PHmetro (de bolso)	PH-02	801100519
Termômetro de Coleta	TE 01	831100514
Cromatógrafo Gasoso com Espectrômetro	Varian 450-GC / Varian 220	Padrões Externos
Espectrofotômetro de Absorção Atômica	Varian SpectrAA 50B / VGA	Accu. Standard Inc
Espectrômetro de Campo de Plasma	Varian	Accu. Standard Inc
Incubadora 36 +/-°C	LMI - ES 02	1701110501 (Microbiológico)



César Joás Weber
CRQ: 13200568



César Joás Weber
CRQ: 13200568

RELATÓRIO DE ANÁLISE

RAI N°: 10146/12

Processo Comercial N°: 353/2012

Dados do Interessado:

Empresa Solicitante: UNIVILLE - Universidade da Região de Joinville
 Endereço: Campus Universitário
 Nome do Solicitante: Profa. Dra. Elisabeth Wisbeck

DADOS DA AMOSTRA

Tipo de amostra: CORPO FRUTÍFERO
 Local de coleta: NÃO INFORMADO
 Data de coleta: 11/04/2012
 Responsável pela coleta: O SOLICITANTE
 GPS: NÃO OBJETÁVEL
 Período de análise: 11/04/2012 A 13/04/2012
 Data da publicação: 16/04/2012

DADOS REFERENTE A COLÉTA

Parâmetro	Resultado
LOCAL DE COLETA:	NÃO INFORMADO
Data da Coleta:	11/04/2012
Horário da Coleta:	NÃO INFORMADO
Condições Climáticas:	ABERTO
Estado Físico da Amostra:	SÓLIDO
Temperatura Ambiente:	°C
Temperatura Amostra:	°C
pH da Amostra:	NÃO OBJETÁVEL
Oxigênio Dissolvido:	mg/L
Condutividade:	µS/cm
Salinidade:	‰
Entrada:	11/04/2012
Data da Conclusão:	11/04/2012
Metodologia de Analítica:	Standard Methods, 21 edição. Norma ISO 7150:1, Norma ISO 11905:1 NBR 13348, NBR 12614 e NBR 10561
Método da Coleta:	Norma Técnica ABNT NBR 9898/87
Responsável pela Coleta:	O SOLICITANTE
TIPO DE AMOSTRA:	CORPO FRUTÍFERO

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados	LAUDO ESPECIAL	Técnica Analítica
Chumbo	%W/W	0,01	<0,005	NO	ICP

César Joçias Weber
 CRQ: 13200568

CONTROLE DE DISPOSITIVOS DE MEDIÇÃO EQUIPAMENTOS DO LAB. FÍSICO-QUÍMICO		
Equipamentos	Modelo	Nº Certificado
Incubadora DBO	FANEM	201110107
Balança Semi-Analítica	Mark 1300	302110308
Balança Analítica	APX-200	510101008
Condutivímetro	DM-3P	801101021
Espectrofotômetro	DR2800	301101019
Mufla (termômetro)	-	5055101008
Oxímetro	55	302101019
pHmetro	DM-20	503101008
Condutivímetro	CD 4303	1801110509
PHmetro (de bolso)	PH-02	801100519
Termômetro de Coleta	TE 01	831100514
Cromatógrafo Gasoso com Espectrômetro	Varian 450-GC / Varian 220	Padrões Externos
Espectrofotômetro de Absorção Atômica	Varian SpectrAA 50B / VGA	Accu. Standard Inc
Espectrômetro de Campo de Plasma	Varian	Accu. Standard Inc
Incubadora 36 +/-°C	LMI - ES 02	1701110501 (Microbiológico)



César Jocias Weber
CRQ: 13200568