



**PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008

**DIVISÃO DE
PÓLOS DE
INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA**

1. NOME DO PÓLO: Pólo de Inovação Tecnológica do Vale do Paranhana / Encosta de Serra

GESTOR: **Prof. M. Eng. Carlos Fernando Jung**
INSTITUIÇÃO: **Faculdades Integradas de Taquara**
ENDEREÇO: **Av. Oscar Martins Rangel, 4500**
CIDADE: **Taquara**
END.ELETRÔNICO: **jung@faccat.br**
FONE: **3541.6600**

CEP: **95.600-000**

FAX: **3542.2451**

2. NOME DA REGIÃO DO CRD: Paranhana / Encosta da Serra

PRESIDENTE: **Prof. Delmar Henrique Backes**
ENDEREÇO: **Av. Oscar Martins Rangel, 4500**
CIDADE: **Taquara**
END. ELETRÔNICO: **coredepes@faccat.br**
FONE: **3541.6627**

CEP: **95.600-000**

FAX: **3541.6626**

3. NOME DA UNIDADE MANTENEDORA: Fundação Educacional Encosta Interior do Nordeste - FEEIN

PRESIDENTE/REITOR: **Sr. Eldo Ivo Klain**
ENDEREÇO: **Av. Oscar Martins Rangel, 4500**
CIDADE: **Taquara**
END. ELETRÔNICO:
FONE: **3541.6600**

CEP: **95.600-000**

FAX: **541.6626**

4. NOME DA UNIDADE EXECUTORA: Faculdade de Engenharia de Taquara - FACCAT

DIRETOR: **Prof. Delmar Henrique Backes**
ENDEREÇO: **Av. Oscar Martins Rangel, 4500**
CIDADE: **Taquara**
END. ELETRÔNICO: **direcao@faccat.br**
FONE: **3541.6648**

CEP: **95.600-000**

FAX: **541.6626**

5. NOME DO PROJETO: Processo Biotecnológico para Obtenção do Adoçante Xilitol a partir de Resíduos de Agroindústrias

COORDENADOR: **Prof. M.Eng. Carlos Eduardo Appollo Unterleider**
ENDEREÇO: **Av. Oscar Martins Rangel, 4500**
CIDADE: **Taquara**
END. ELETRÔNICO: **unterleider@faccat.br**
FONE: **3541.6600**

CEP: **95.600-000**

FAX: **3542.2451**

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	--

7 JUSTIFICATIVA

Segundo o Ministério da agricultura poucos países tiveram um crescimento tão expressivo no comércio internacional como o Brasil. Em dez anos as exportações do setor saltaram de US\$ 15,94 bilhões (1993), com um superávit de US\$ 11,7 bilhões, para aproximadamente o dobro. O faturamento com as vendas externas de produtos também dobraram no saldo comercial, levando a Conferência das Nações Unidas para o Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) prever que o Brasil será o maior produtor mundial de alimentos.

No Brasil, período entre 2006 e 2007, a produção de grãos foi de 127 milhões de toneladas, esta produção deverá atingir 161 milhões de toneladas em 2017 e 2018¹. A velocidade do crescimento no setor traz consigo um aumento expressivo no volume gerado de resíduos que são, em sua maioria, depositados no meio ambiente. Porém atualmente, com o grande fluxo de informações, a alta competitividade empresarial e o crescimento cada vez maior da consciência sustentável, além de legislações ambientais cada vez mais severas, surge por parte das organizações a adoção de uma nova mentalidade com mudanças nos atuais procedimentos e comportamentos, sinalizando uma valorização pelo reprocessamento dos materiais que antes seriam descartados, na maioria das vezes de maneira inadequada.

O Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor nacional de trigo, sua produção passou de 716.186 toneladas no período de 1998 a 2000, para 1.532.659 toneladas no período de 2001 a 2003, média semelhante ao período de 2004-2006, que contou com uma produção de 1.424.734 toneladas, e é o maior produtor nacional de arroz com 6.408.555 toneladas, segundo a SEPLAG (Secretaria de Planejamento e Gestão do Governo do estado do Rio Grande do Sul).

¹ MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO: Mundial e Brasil - 2006/07 a 2017/18*. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília, 2008.



**PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**
TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008

**DIVISÃO DE
PÓLOS DE
INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA**

No beneficiamento do arroz, a casca corresponde a aproximadamente 20% do peso do grão com casca^{2 3 4 5 6}. A proporção da casca de arroz em relação ao peso total da planta é estimada em 6,7%⁷, e o rendimento industrial do arroz em casca é de 8% de farelo e 24% de cascas e impurezas⁸. A casca ou palha de arroz é pobre em proteínas digestíveis, nutrientes digestíveis totais, cálcio e fósforo, apresentando escasso valor nutritivo, porém é rica em fibras, sendo muito utilizada na alimentação animal, na produção de furfurool, na construção civil e na geração de energia.

A casca de arroz possui altos teores de lignina e de sílica, o que limita seu uso na alimentação animal, Fonseca⁴ coloca ainda em seu trabalho dados sobre problemas de ordem renal e ulcerações do trato digestivo de bovinos, onde define que a quantidade de casca não deve ultrapassar 20% do peso da ração⁷. As palhas de arroz são os resíduos deixados após a colheita dos grãos, conforme menciona Velloso⁹ as palhas, geralmente, apresentam-se sob a forma de forragem seca (fenada), sendo trituradas, em moinho, para fornecimento aos animais. A produção de palhas pode corresponder a 125% do peso do grão com casca², ou ainda 50%⁷ a 70%⁶ do peso da planta seca.

Neste sentido, a utilização dos resíduos agroindustriais minimiza o impacto negativo da disposição destes no meio ambiente, além disso, podem servir de matéria prima para produção de ingredientes para a indústria de alimentos e farmacêutica, gerando produtos de excelente valor agregado.

² BOSE, MAX L. V. & MARTINS FILHO, João G. *O papel dos resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(119): 3-7, nov. 1984.

³ CANTO, WILSON L. et al. *Óleo de abacate: extração, usos e seus mercados atuais no Brasil e na Europa*. Campinas, ITAL, 1980. 141p. (Estudos Econômicos, Alimentos Processados, 23).

⁴ FONSECA, HOMERO. *Tecnologia de transformação. Arroz: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial*. São Paulo, SICCT-CIC, 1988. v.2, p.37-170

⁵ RODRIGUES, JOSÉ O. DA C. et al. *Sistema agroindustrial do arroz no Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Fundação para o Desenvolvimento de Recursos Humanos, 1977. 138p.

⁶ SILVA, JOSÉ F. C. *Restos culturais e industriais na alimentação de ruminantes*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 7(78): 40-47, jun. 1981

⁷ CRUZ, GERALDO M. *Resíduos de cultura e indústria*. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, 9(108): 32-37, dez.1983.

⁸ FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *Oportunidades agroindustriais; localização e identificação: produtos selecionados: abacaxi, arroz e banana*. Rio de Janeiro, 1978a. 156 p. (Coleção Estudos e Pesquisas).

⁹ VELLOSO, LÍCIO. *Subprodutos de origem do beneficiamento de cereais*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(119): 15-21, nov. 1984.

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	--

A correta análise da composição química destes resíduos é necessária para determinação da disponibilidade de seus componentes (i.e. celulose, hemicelulose e lignina) visando sua utilização em diferentes bioprocessos. Os resíduos provenientes de atividades agrícolas, em geral, contêm cerca de 20-60% de celulose, 20-30% de hemicelulose e 15-30% de lignina. O bagaço de cana, farelo de trigo e de arroz, por exemplo, contêm cerca de 25-40% de celulose, 20-35% de hemicelulose e 15-35% de lignina¹⁰, tendo alto teor de carboidratos estes resíduos são considerados extremamente viáveis para a conversão em processos fermentativos (alta concentração de celulose β (1-4) glucana que pode ser convertida em glicose).

As hemiceluloses são heteropolímeros de pentoses e hexoses que correspondem de 10-40% da matéria seca nos resíduos lignocelulósicos. Esta fração pode ser convertida em açúcares monoméricos, principalmente xilose, em temperaturas abaixo de 200°C na presença de ácidos diluídos¹¹. A partir de soluções ricas em xilose pode ser obtido microbiologicamente o adoçante Xilitol ($C_5H_{12}O_5$), que é classificado quimicamente como um álcool pentahidroxilado (pentiol) de xilose, com massa molar 152,15 g.mol⁻¹, sendo um produto intermediário ao metabolismo dos carboidratos no homem e nos animais¹².

É notório nos dias atuais o aumento da parcela da população que sofre por problemas de obesidade, por uma alimentação inadequada, falta de atividades físicas dentre outros fatores. A sacarose (açúcar) por sua vez tem uma contribuição significativa para piorar este cenário, pois está presente em vários alimentos consumidos no dia-a-dia da população brasileira.

¹⁰ TAMANINI, C., HAULY, M.C.O. *Resíduos agroindustriais para produção biotecnológica de xilitol*. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 25, n. 4, p. 315-330, 2004. Estratégica. Brasília, 2008.

¹¹ NEUREITER, M.; DANNER, H.; THOMASSER, C.; SAIDI, B.; BRAUN, R. *Dilute-acid hydrolysis of sugarcane bagasse at varying conditions*. Applied Biochemistry and Biotechnology, Clifton, v.98-100, p.49-58, 2002.

¹² MANZ, U. et al. *Xylitol - Its Properties and Use as a Sugar Substitute in Foods*. In: Food R.A. Symp. Sugar And Sugar Replacements, Londres, 1973.



**PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008

**DIVISÃO DE
PÓLOS DE
INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA**

O uso excessivo de açúcar refinado também provoca várias outras doenças, e um substituto para este adoçante tem sido pesquisado por décadas. Diversos estudos vem considerando o adoçante Xilitol como uma alternativa perfeitamente capaz de substituir com vantagens a sacarose, devido diversas propriedades, dentre as quais podem ser citadas:

- a) **Propriedades cariostáticas** por não ser metabolizado por microorganismos da biota bucal, principalmente a bactéria *Streptococcus mutans*, o que impede a proliferação de bactérias e assim impossibilita a produção de ácidos que atacam o esmalte dos dentes prevenindo cáries;
- b) **Anticariogênico por estimular a produção de saliva** uma vez que possui efeito tamponante e com o aumento dos íons de cálcio e fosfato induz a remineralização dos dentes;
- c) **Poder adoçante similar à sacarose** e comparado a outros poliois apresenta doçura superior;
- d) **Provoca sensação de frescor quando dissolvido na saliva;**
- e) **Não apresenta after taste** (vestígio de sabor que perdura no paladar depois de se haver engolido algum alimento ou bebida);
- f) **Não apresenta reação de Maillard** efeito este que provoca escurecimento em produtos alimentícios, devido a reações entre proteínas e açúcares redutores quando submetidos a altas temperaturas (o xilitol não apresenta grupos redutores em sua molécula);
- g) **Não é fermentável por diversos microorganismos** podendo ser utilizado em produtos como sucos e refrescos evitando a necessidade de pausterização e ou adição de conservantes;
- h) **Substituto de açúcares na dieta de diabéticos** já que seu metabolismo não ocorre por vias dependentes de insulina.

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	--

Existem várias aplicações clínicas indicando o Xilitol no tratamento da diabetes, desordens no metabolismo de lipídeos, lesões renais e parenterais, na prevenção de otite, infecções pulmonares e osteoporose¹³. Estudos do finlandês Pentti Alanem e colaboradores em 2000 constataram que o consumo diário de goma de mascar contendo xilitol por crianças de 10 anos reduziu em 53,3% a incidência de cáries¹⁴.

Na indústria de alimentos a utilização do Xilitol é direcionada para produção de confeitos sem açúcar visando o controle de incidência de cáries e para formulações do tipo *diet* para dietas com restrição a sacarose, e em formulações do tipo *light* em substituição a sacarose, já que o valor energético do adoçante Xilitol (2,4kcal.g⁻¹) é 40% menor em comparação com a sacarose (4kcal.g⁻¹).

Rotas de obtenção do Xilitol

O xilitol é obtido em escala industrial por um processo químico que, a partir de resíduos lignocelulósicos ricos em xilana (cascas de eucalipto e outras madeiras), são misturados a um ácido para hidrolisar o material vegetal, este hidrolisado, é purificado até obter-se a xilose pura, que então sofre hidrogenação catalítica até Xilitol. O processo químico é o único atualmente utilizado para produção de Xilitol em grande escala, a purificação da xilose presente no hidrolisado é a etapa crítica, pois, além de exigir uma elevada eficiência (para que não ocorram problemas posteriores na produção), é a etapa mais dispendiosa de todo o processo. De uma forma geral, quando comparada à produção de sacarose ou sorbitol, a produção de Xilitol por processo químico apresenta um custo cerca de 10 vezes maior¹⁵.

¹³ MÄKINEN, K. K. *Can the pentitol-hexitol theory explain the clinical observations made with xylitol?* Medical Hypothesis, Penrith, v. 54 p. 603-613, 2000.

¹⁴ MANNING, R. H.; EDGAR, W. M.; AGALAMANYI, E. A. *Effects of chewing gums sweetened with sorbitol or a sorbitol/xylitol mixture on the remineralization of human enamel lesions in situ.* Caries Res, v. 26, p. 104-109, 1992.

¹⁵ HEIKKILÄ, H., HYÖVY, G., RAHKILA, L., SARKKI, M.L., VILJAVA, T. A. *Process for the Simultaneous Production of Xylitol and Ethanol.* WO patent 91/10740, publ. 25/07/1991.



**PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**
TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008

**DIVISÃO DE
PÓLOS DE
INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA**

Como alternativa ao processo químico já existem diversas pesquisas sobre a obtenção de Xilitol por via biotecnológica, onde a utilização de microrganismos para a conversão de xilose em Xilitol sem a necessidade de uso de solução inicial de xilose pura tem sido estudadas^{16 17 18 19}. As pesquisas mais divulgadas atualmente são aquelas que utilizam como substrato para o hidrolisado o bagaço de cana²⁰, as palhas de arroz²¹ e de trigo²² e resíduos de eucalipto²³.

Muitos microrganismos de aplicação industrial possuem a capacidade bioquímica de sintetizarem diversos produtos de interesse comercial ao mesmo tempo. Já outros, por apresentarem uma alta especificidade são utilizados em reações onde o rendimento do produto final deva ser o maior possível a fim de trazer menos geração de resíduos de pós-processo e maiores lucros com redução de custos. O processo biotecnológico se mostra, por diversas razões, uma boa alternativa ao processo químico, pois, além de dispensar a purificação da xilose, por utilizar microrganismos específicos que atuam somente na conversão de xilose em Xilitol, levam a um maior rendimento produtivo e, como consequência facilita a purificação do produto final²⁴.

¹⁶ ONISHI, H.; SUZUKI, T. *Process for Producing xylitol by Fermentation*. US 3.619.369,08 jul. 1969, 1971.

¹⁷ SILVA, S.S., VITOLO, M., PESSOA JR., A., FELIPE, M.G.A. (1996), Xylose Reductase and Xylitol Dehydrogenase Activities of D-Xylose-Xylitol-Fermenting *Candida guilliermondii*. *Journal of Basic Microbiology*, v.36, n.3, p.187-191.

¹⁸ FELIPE, M.G.A., et al. *Fermentation of Sugar Cane Bagasse Hemicellulosic Hydrolysate for Xylitol Production: Effect of pH*. *Biomass and Bioenergy*, Oxford, v.13, p.11-14, 1997.

¹⁹ SENE, L., VITOLO, M., FELIPE, M.G.A., SILVA, S.S. (2000), *Effect of Environmental Conditions on Xylose Reductase and Xylitol Dehydrogenase Production in Candida guilliermondii*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, v. 84-86, p. 371-380.

²⁰ MARTON, J.M. *Avaliação de Diferentes Carvões Ativos e das Condições de Adsorção no Tratamento do Hidrolisado Hemicelulósico de Bagaço de Cana para Obtenção Biotecnológica de Xilitol*. Faculdade de Engenharia Química de Lorena, Lorena (SP), Dissertação de Mestrado, pp. 103, 2002.

²¹ MUSSATTO, I. S.; ROBERTO, I. C. *Produção biotecnológica de xilitol a partir da palha de arroz*. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, Brasília, n. 28, p.34-39, 2002..

²² CANILHA, L. *Aproveitamento do Hidrolisado de Palha de Trigo para a Obtenção de Xilitol por Via Microbiana*. Faculdade de Engenharia Química de Lorena, Lorena (SP), Dissertação de Mestrado, pp. 79, 2002.

²³ CANETTIERI, E. V., Silva, J. B. A., Felipe, M. G. A. *Obtenção biotecnológica de xilitol a partir de cavacos de eucalipto*. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* vol. 38, n. 3, jul./set., 2002

²⁴ MAYERHOFF, Z.D.V.L., ROBERTO, I.C., SILVA, S.S., FELIPE, M.G.A., MANCILHA, I.M. *Seleção de Leveduras para Produção de Xilitol em Hidrolisado Hemicelulósico de Palha de Arroz*. *Anais do XI Sinaferm*. Ago/ 1996.



**PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**
TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008

**DIVISÃO DE
PÓLOS DE
INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA**

O Xilitol, que é o objeto em estudo deste trabalho, por ser um poliálcool de grande interesse e diversas aplicações, já comentadas, será obtido por via microbiológica utilizando-se como substratos fermentativos a casca de arroz e a casca de trigo para posteriores comparações de rendimento de processo.

Microorganismos Utilizados na Obtenção do Xilitol

Um bom entendimento do processo bioquímico é importante, pois estas informações podem ser usadas para controle e otimização da produção e também para ter conhecimento das características físico-químicas dos mesmos. Com o conhecimento do processo bio-sintético podem-se adaptar os processos tecnológicos com o objetivo de diminuir os custos²⁵.

Dentre os microrganismos, as leveduras (especialmente as que pertencem ao gênero *Cândida*) têm sido consideradas mais aptas que as bactérias e outros fungos para produção de Xilitol²⁶.

Vários microrganismos já foram identificados como fermentadores de xilose a Xilitol. Dentre os fungos filamentosos citam-se as espécies do gênero *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Glicocladium*, *Byssochlamys*, *Myrothecium*, *Neurospora*, *Rhodotorula*, *Torulopsis*²⁷; *Mucor* e *Fusarium*²⁸; além de *Petromyces albertensis*²⁹.

Atualmente, destacam-se as leveduras do gênero *Candida* e em especial a *Candida guilliermondii* pela maior eficiência de conversão de xilose em Xilitol³⁰. Apesar de poderem ser patogênicas oportunistas, a Agência de Controle de Alimentos e

²⁵ DE VUYST, L.; DEGEEST, B. *Heteropolysaccharides from lactic acid bacteria*. FEMS Microbiology, Amsterdam, v.23, n.2, p.153-177, 1999.

²⁶ MAYERHOFF, Z.D.V.L., ROBERTO, I.C., SILVA, S.S., FELIPE, M.G.A., MANCILHA, I.M. *Seleção de Leveduras para Produção de Xilitol em Hidrolisado Hemicelulósico de Palha de Arroz*. Anais do XI Sinaferm. Ago/ 1996.

²⁷ CHING, C., KNIGHT, S.G. *Metabolism of D-Xylose by Moulds*. Nature 188, 79 - 81 (Oct, 1960)

²⁸ PARAJO Â., DOMÔÂNGUEZ, H.C.J., DOMÔÂNGUEZ, J.M. *Biotechnological production of xylitol. Part 3* Bioresource Technology v. 66, p 25, 1998.

²⁹ DAHIYA J. S. *Xylitol Production by Petromyces albertensis Grown on Medium Containing D-Xylose*. Canadian journal of microbiology vol.37, no1, p.14-18. Canadá, 1991.

³⁰ SENE, L.; FELIPE, M.G.A.; VITOLO, M.; SILVA, S.S.; MANCILHA, I.M. *Adaptation and reutilization of Candida guilliermondii cells for xylitol production in bagasse hydrolysate*. J. Basic Microbiol.,38(1):61-69, 1998.

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	---

Medicamentos dos EUA – US Food and Drug Administration (FDA) tem permitido o uso de *C. guilliermondii* e *C. lipolytica*. As cepas de *C. guilliermondii* e *C. tropicalis*, apresentam uma produtividade acima de 0,7g de Xilitol.g⁻¹ de xilose. O processo de produção por *C. tropicalis* foi patenteado nos EUA e no Japão^{31 32}).

No que se refere à produção industrial de Xilitol no Brasil, esta, encontra-se ainda em fase laboratorial. A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) possui uma linha de pesquisa baseada na produção de Xilitol por bioconversão. Atualmente, a pesquisa está sendo executada nos laboratórios do Departamento de Engenharia Bioquímica da Escola de Química da UFRJ, sob a coordenação do Prof. Nei Pereira Jr., com teses e trabalhos científicos publicados sobre o assunto. Mas, os produtos a base de Xilitol atualmente são incipientes e restritos a alguns cremes dentais, como o *DentFresh* do Laboratório Biolab Sanus e o *Smint Dental* da Companhia Americana Chupa Chups S.A.³³.

Com a grande oferta de resíduos agroindustriais da região, principalmente cascas de arroz e trigo está pesquisa torna-se de grande importância, uma vez que propicia uma alternativa correta de utilização de resíduos com geração de produto de valor agregado, o Xilitol.

Separação, Purificação e Caracterização do Xilitol

Um dos pontos críticos de um processo biotecnológico é a etapa de recuperação do produto. O domínio de técnicas apuradas de separação e purificação de substâncias produzidas por fermentação é essencial para o desenvolvimento da biotecnologia em larga escala. O estudo de técnicas é dificultado por um número considerável de variáveis envolvidas no processo de separação, bem como a alta especificidade destas técnicas.

³¹ KIM, T.B., LEE, OH, D.K., JUNG, SR. 1999. Fermentation process for preparing xylitol using *Candida tropicalis*. US N.5.998.181.

³² KIM, T.B., LEE, OH, D.K., JUNG, SR. 2000. Fermentation for production of xylitol using *Candida tropicalis*. Japão N.2000-093188-A.

³³ MELO, M.V. *Xilitol o Adoçante do Futuro*. Disponível em: <http://www.angelfire.com/ca/xilitol/>. Acesso em 22 Jun. 2008.

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	---

Um meio de fermentação pode ser definido como uma suspensão aquosa de células, produtos extracelulares solúveis, produtos intracelulares, substrato residual. Assim a escolha das técnicas a serem utilizadas na recuperação e purificação de determinado componente depende da composição, da concentração, da solubilidade e da escala do processo. No caso da Xilitol, se for aplicado em nível industrial, o grau de pureza requerido deve oscilar entre 70 e 90%, desde que as impurezas não tenham atuação no processo ou tragam riscos à saúde.

Um dos objetivos deste projeto é estudar métodos de separação e purificação do Xilitol, possibilitando a identificação do método mais adequado à obtenção de altos rendimentos com qualidade no produto final.

Planejamento dos experimentos e otimização do processo de produção do adoçante Xilitol

O interesse no estudo da otimização de processos fermentativos resulta da crescente utilização de microorganismos em produção industrial. A minimização do consumo de matérias primas e minimização do tempo de produção podem ser citados como tipos de objetivos econômicos na otimização de processos biotecnológicos.

Um problema real em um produto ou processo geralmente possui múltiplas características de qualidade, e, para otimização simultânea de várias características de qualidade, o método mais popular é uma abordagem através da utilização de uma função que descreve o que é desejado³⁴. Determinar uma seleção de ajuste ótimo para todas as características de qualidade de um determinado processo é considerada uma tarefa difícil, porque, geralmente, cada característica de qualidade varia com diferentes combinações das condições de ajuste³⁵. A otimização de processos é uma tarefa que requer a

³⁴ WU, F.-C. *Optimization of Correlated Multiple Quality Characteristics Using Desirability Function*. Quality Engineering, 17, p. 119-126, 2005.

³⁵ WU, F.-C. *Optimisation of Multiple Quality Characteristics Based on Percentage Reduction of Taguchi's Quality Loss*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 20, p. 749-753, 2002.

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	--

aplicação de um conjunto de ferramentas que possibilitem o alcance de um ajuste ótimo no processo com poucos ensaios, visto que os custos envolvidos são sempre elevados.

O método de Projeto de Experimentos é sistemático e estruturado, levando a uma abordagem planejada e rigorosa na busca dos parâmetros de ajustes ótimos³⁶. Os métodos de projeto de experimentos podem ser descritos como sendo poderosas técnicas de baixo custo, aplicadas na melhoria da qualidade nos processos de fabricação³⁷. A execução de experimentos busca, basicamente, aumentar o entendimento dos pesquisadores sobre um fenômeno particular. Através da realização de investimentos na etapa de projeto de um produto é possível reduzir a necessidade de inspeção final para garantir qualidade do produto³⁸. Um pesquisador que trabalha com experimentos procura, tradicionalmente, saber sobre a influência de diversos fatores em uma dada resposta, analisando separadamente cada fator³⁹. Um projeto experimental traz um método rigoroso para selecionar um número reduzido de pontos em comparação com aqueles previstos anteriormente na malha. Esses pontos são escolhidos por suas propriedades estatísticas, e diversos fatores são modificados a cada novo teste.

O objetivo dos projetos experimentais é planejar e conduzir experimentos de maneira a extrair o máximo de informações a partir de dados coletados em um número reduzido de rodadas experimentais. A idéia básica é mudar simultaneamente todos os fatores relevantes, ajustando-os através de experimentos planejados, conectando e interpretando os resultados, usando modelos matemáticos⁴⁰.

A determinação de uma estratégia ótima de operação baseada em um modelo matemático do processo que represente o conhecimento obtido acerca do comportamento

³⁶ ANTONY, J. *Some Key Things Industrial Engineers Should Know About Experiments Design*. Logistics Information Management, v. 11, n. 6, p. 386-392, 1998.

³⁷ ANTONY, J.; HUGHES, M.; KAYE, M. *Integrated Manufacturing Systems*. Bradford, v. 10, n. 3, p. 162, 1999.

³⁸ ROWLANDS, H.; ANTONY, J.; KNOWLES, G. *An Application of Experimental Design for Process Optimization*. The TQM Magazine, v. 12, n. 2, p. 78-83, 2000.

³⁹ BRISSET, S.; GILLON, F.; VIVIER S.; BROCHET, P. *Optimization with Experimental Design: An Approach Using Taguchi's Methodology and Finite Element Simulations*. IEEE Transactions on Magnetics, v. 37, n. 5, p. 3530-3533, September 2001.

⁴⁰ GABRIELSSON, J.; LINDBERG, N.-O.; LUNDSTEDT, T. *Multivariate Methods in Pharmaceutical Applications*. Journal of Chemometrics, v. 16, p. 141-160, 2002.

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	---

do microorganismo pode aumentar consideravelmente a lucratividade de uma planta industrial, a partir do fornecimento de condições que favoreçam o microorganismo a apresentar uma maior produtividade e do melhoramento da reprodutibilidade da operação do bio-reactor. As restrições experimentais deverão ser avaliadas e listadas. Será através desta análise que o número de ensaios, os equipamentos envolvidos e os recursos humanos disponíveis serão definidos. Uma correta e cuidadosa avaliação destas restrições levará o experimento a ter um menor custo e um menor tempo de execução.

Após definidos os fatores controláveis, os respectivos níveis e analisadas as restrições experimentais, será possível decidir sobre o número de repetições e o modelo estatístico que será aplicado. Através dos dados coletados nos experimentos planejados, serão identificadas as equações que representam o comportamento da ação das enzimas e de todas as demais condições envolvidas na produção do Xilitol, através da aplicação de análises de regressão linear múltipla.

Assim sendo, o objetivo desta proposta é estabelecer parâmetros que possibilitem a produção competitiva a nível de mercado, a partir da xilose presente na fração hemicelulósica da casca de arroz e de trigo, do adoçante Xilitol.

Este nível de competitividade poderá ser atingido através de um trabalho conjunto que visa o aumento da produtividade do adoçante, lançando-se mão de técnicas modernas de otimização e controle de processos e de diferentes formas de condução do processo fermentativo. Vale salientar que as técnicas de otimização e controle podem ser implementadas no processo de produção de pequenas empresas mesmo que estas não disponham de automação industrial. Isto é possível desde que essas empresas utilizem as técnicas desenvolvidas neste projeto através do uso de programas de computador (software) que indiquem qual a melhor forma de operar o processo, sendo a implementação prática executada manualmente na unidade industrial.

8 OBJETIVOS

 <p>SECRETARIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA</p>	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	---

8.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um processo biotecnológico de maior produtividade para obtenção do adoçante Xilitol, a partir de resíduos provenientes de agroindústrias, visando ainda obter um produto comercialmente viável.

8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) desenvolver um processo biotecnológico produtivo para aproveitamento de resíduos de agroindústrias como meio de cultura para fermentações microbianas na produção do adoçante Xilitol;
- b) estudar a cinética de produção do Xilitol;
- c) testar diferentes parâmetros físico-químicos e de processo durante todas as etapas produtivas;
- d) identificar, entre os resíduos casca de arroz e de trigo, qual o substrato que apresenta melhor rendimento na produção de Xilitol, considerando simultaneamente qualidade e custo;
- e) estabelecer relações de cooperação entre a FACCAT e indústrias de alimentos.

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	--

9 METAS

9.1 METAS DO PROJETO

1. Desenvolver e implantar um site (home page) do projeto para o arquivamento, classificação e disponibilização dos documentos e dados experimentais obtidos;

1.1 Indicador do cumprimento da meta: Veiculação pública do site na Internet.

2. Realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os processos biotecnológicos existentes, já publicados em literatura científica, que considerem a produção de Xilitol a partir de resíduos de casa de arroz e de trigo;

2.1 Indicador do cumprimento da meta: Publicação dos dados no site do projeto e, entrega de cópia gráfica anexa ao relatório trimestral à SCT/RS.

3. Desenvolver um processo biotecnológico otimizado para aproveitamento de resíduos de agroindústrias como meio de cultura para fermentações microbianas na produção do adoçante Xilitol;

3.1 Indicador do cumprimento da meta: Entrega de cópia gráfica e digital com a descrição do processo desenvolvido anexa ao relatório trimestral à SCT/RS.

4. Realizar uma Palestra intitulada: Método para obtenção do adoçante Xilitol a partir de resíduos de casca de arroz e de trigo.

Público Alvo: Empresários e trabalhadores do setor de alimentos e alunos do curso de engenharia de produção da FACCAT.

Local: Auditório das Faculdades Integradas de Taquara

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	---

4.1 Indicador do cumprimento da meta: Entrega da lista de participantes do evento no relatório trimestral da SCT/RS, Entrega anexa do material publicitário utilizado na divulgação do evento.

5. Realizar um Curso intitulado: Processo produtivo do Xilitol a partir de resíduos de agroindústrias

Publico Alvo: Empresários e trabalhadores do setor de alimentos.

Duração: 20 horas/aula

5.1 Indicador do cumprimento da meta: Entrega de lista de participantes em relatório trimestral a SCT/RS

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	--

10 RESULTADOS ESPERADOS

Como resultados a partir da conclusão deste projeto espera-se:

- a) encontrar uma alternativa economicamente viável e ambientalmente adequada para reutilização da casca de arroz e/ou de trigo;
- b) gerar um produto de alto valor agregado e de interesse para a sociedade;
- d) adquirir conhecimento e domínio de tecnologia que possibilitem a fabricação nacional do adoçante Xilitol, até então só obtido de fontes externas através de importação;
- e) incentivar a integração empresa-universidade oportunizando o desenvolvimento de recursos humanos mais capacitados junto à Indústria do ramo alimentício do Vale do Paranhana, pela integração no trabalho a ser desenvolvido, cursos, palestras e estágios decorrentes;
- f) equipar o laboratório de desenvolvimento e otimização de produto da FACCAT com equipamentos modernos dotados de tecnologias de ponta, itens fundamentais para novas pesquisas;
- g) disponibilizar às empresas da região do Vale do Paranhana profissionais capacitados e equipamentos para otimização e melhoria de processos industriais;
- f) identificar a melhor rota de obtenção para o adoçante Xilitol, consistindo em uma inovação tecnológica nacional, possibilitando a criação de uma patente de invenção .

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	--

11 METODOLOGIA

11.1 Etapas metodológicas propostas

11.1.1 Analisar o comportamento da produtividade de Xilitol

Esta etapa envolve a dosagem das diferentes combinações propostas nos experimentos. Através dos resultados serão identificados os modelos de regressão linear que representam o comportamento dos processos produtivos dentro dos intervalos investigados, considerando diversas variáveis de resposta simultaneamente.

A implementação de limites de especificações muito justos, geralmente, resulta em um produto de qualidade superior com um custo de produção alto e, para limites muito amplos, os custos de produção são reduzidos, mas os produtos terão baixa qualidade⁴¹. Esse *trade-off* entre qualidade dos produtos e custos de fabricação requer da engenharia uma consideração dos aspectos econômicos no momento de determinar as especificações dos produtos.

Inicialmente os resultados obtidos, nas diferentes combinações definidas no planejamento dos experimentos, serão analisados de maneira individual para cada variável de resposta, identificando-se, através de análises de regressão, os fatores controláveis que têm efeito significativo sobre a produtividade de Xilitol. Ocorrendo diferença entre os ajustes ótimos individuais para as variáveis de resposta medidas nos experimentos, será aplicada uma análise de otimização multivariada para a correta determinação do ajuste que leva à otimização multivariada das condições de processo, para obtenção da melhor produtividade a um menor custo, do adoçante Xilitol a partir da

⁴¹ KIM, J. Y.; CHO, B. R. *Economic Considerations on Parameter Design*. Quality and Reliability Engineering International, v. 16, p. 501-514, 2000.

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	--

casca de arroz e de trigo. A função objetivo adotada para esta otimização será a função de perda multivariada que integra qualidade e custos⁴².

11.1.1.1 Determinar o Método para dosagem quali-quantitativa de Xilitol

As dosagens quali-quantitativa dos componentes primários (Xilitol) e secundários resultantes na bio-reação serão realizadas através de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), nas seguintes condições: coluna BIO-RAD Aminex HPX-87H (300 x 7,8mm); temperatura: 45°C; eluente: ácido sulfúrico 0,01N; fluxo: 0,6mL min⁻¹; volume de amostra: 20µl; detector: índice de refração e UV/VIS (SPD-10Auv-vis) com comprimento de onda de 276nm e uma coluna HP RP18 (200 mm) a 25°C, usando acetonitrila:água a uma razão de 1:8, 1% de ácido acético como eluente, 0,8mL⁻¹. Após a diluição das amostras, estas deverão ser filtradas em filtro Sep Pak C18 – MILLIPORE⁴³.

11.1.1.2 Realizar o tratamentor estatístico dos dados obtidos no processo

Os resultados encontrados nas dosagens por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência serão tratados estatisticamente inicialmente de maneira individual para cada variável de resposta. Através de uma análise de modelos de regressão serão identificados os fatores que têm efeitos significativos sobre as variáveis de resposta medidas nos experimentos. Serão considerados efeitos significativos aqueles cujo *valor-p* for menor que $\alpha = 0,05$. Uma vez conhecidos os efeitos significativos serão estabelecidas as equações para geração dos valores previstos para as variáveis de resposta e seus respectivos valores de coeficiente de determinação R^2 . Este coeficiente representa o percentual da variabilidade da variável de resposta que é explicado pela equação de regressão, dentro do intervalo investigado.

⁴² UNTERLEIDER, C. E. A. Otimização Multivariada de um Processo Químico Através do Uso de Projeto de Experimentos. 2006. 122 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	--

11.1.1.3 Realizar a otimização multivariada

Caso os ajustes ótimos individuais dos fatores controláveis for diferente para cada uma das variáveis de resposta, será realizada uma otimização multivariada. A metodologia adotada para realizar a otimização multivariada, considerando simultaneamente todas as variáveis de resposta, será através da perda multivariada baseada na perda quadrática de Taguchi. Segundo define Taguchi, a perda é aproximadamente proporcional ao quadrado do desvio da meta estabelecida para a variável de resposta. Taguchi considera o custo pela baixa qualidade como sendo a perda que um dado produto gera para a sociedade quando este produto é vendido⁴⁴. Para ele, qualquer desvio do alvo reduz o valor dos produtos para a sociedade (considera-se sociedade como sendo a fabricação, os consumidores, o ambiente e tudo mais que direta ou indiretamente tem contato com o produto). A abordagem da metodologia de Taguchi tem seu foco na minimização da variação na fabricação de um produto ou na execução de um processo, buscando a melhoria contínua da qualidade de produtos e processos⁴⁵.

11.1.2. Montar da unidade experimental

Esta etapa envolve o projeto da unidade piloto e determinação da posição, tipo e quantidade de medidores a serem utilizados, instrumentação para controle da unidade, bem como a escolha das variáveis a serem monitoradas e manipuladas por controladores.

11.1.3. Escalonar do processo para aplicação industrial

Nesta etapa serão aplicadas técnicas de escalonamento no bio-processo estudado visando sua aplicação industrial, além do estudo de viabilidade econômica da ampliação da escala de produção.

Observação: Microorganismos utilizados no processo de obtenção do xilitol

⁴³ SENE, L.; FELIPE, M.G.A.; VITOLO, M.; SILVA, S.S.; MANCELHA, I.M. Adaptation and reutilization of *Candida guilliermondii* cells for xylitol production in bagasse hydrolysate. *J. Basic Microbiol.*,38(1):61-69, 1998.

⁴⁴ SESTREN, M. H.; FIOD NETO, M. *The Application of Process Management for Reliability Enhancement of the Taguchi Method*. *J. Braz. Soc. Mech. Sci.*, v. 23, n. 2, p. 139-145, 2001

	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	--

Serão utilizadas leveduras do gênero *Cândida*, espécie *Candida Guilliermondii* e *Cândida tropicalis* adquiridas na Coleção de Culturas Tropicais – Fundação André Tosello. Estas espécies foram escolhidas por apresentarem melhor rendimento na produção de Xilitol em condições estritamente controladas^{46 47}.

A preparação do inóculo, do meio de crescimento e do hidrolisado seguirá a metodologia descrita por Morita⁴⁸, Canetieri⁴⁹ e Canilha *et al.*⁵⁰. Os experimentos realizados em *shaker*, serão avaliados periodicamente para determinação do pH, concentração celular, consumo de substrato (hidrolisado) e produção de Xilitol. A concentração celular será determinada por espectrofotometria UV-VIS, com comprimento de onda de 600nm, para determinação da absorbância do meio, que será relacionada com a concentração celular através de curva-padrão de massa seca de células.

⁴⁵ ROWLANDS, H.; ANTONY, J.; KNOWLES, G. An Application of Experimental Design for Process Optimization. The TQM Magazine, v. 12, n. 2, p. 78-83, 2000.

⁴⁶ TAMANINI, C., HAULY, M.C.O. Resíduos agroindustriais para produção biotecnológica de xilitol. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 25, n. 4, p. 315-330, 2004. Estratégica. Brasília, 2008.

⁴⁷ SILVA, S. S. Produção de xilitol por via biotecnológica: estudo de sistemas de biorreatores e parâmetros fermentativos. Sao Paulo; s.n; 1994. 219 p. 2000.

⁴⁸ MORITA, T.A., SILVA, S. S., MAUGERI, F. Estudo de Processo Integrado de Produção de Xilitol por fermentação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE FERMENTAÇÕES, 14., 2003, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2003. CD-ROM..

⁴⁹ CANETTIERI, E. V., SILVA, J. B. A., FELIPE, M. G. A. Obtenção biotecnológica de xilitol a partir de cavacos de eucalipto. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences vol. 38, n. 3, jul./set., 2002

⁵⁰ CANILHA, L.; CÂNDIDO, E. J.; SILVA, J. B. A. Improvement in xylitol production achieved by the use of a wheat straw hemicellulosic hydrolysate. In: SEMINÁRIO DE HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE BIOMASSAS, 7., 2002, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 2002. p.113..

	PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008	DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
---	--	---

Preencher de acordo com os itens especificados. Deverão ser previstos no cronograma.

12. DIFUSÃO TECNOLÓGICA

NOME DO EVENTO	PÚBLICO ALVO	CARGA HORÁRIA	PERÍODO	N.º DE VAGAS
Palestra: Método para obtenção do adoçante Xilitol a partir de resíduos de casca de arroz e de trigo.	Empresários e trabalhadores do setor de alimentos e alunos do curso de engenharia de produção da FACCAT	3 Horas	2009	250
Curso: Processo produtivo do Xilitol a partir de resíduos de agroindustrias	Empresários e trabalhadores do setor de alimentos	20 Horas	2009	20

	PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008	DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
---	--	---

Citar somente aqueles que serão utilizados diretamente no projeto.

13. EQUIPAMENTOS, PADRÕES E MATERIAIS EXISTENTES

ITEM N.º	DESCRIÇÃO (nome, marca, modelo, n.º resolução, incerteza, acessórios importantes)	ANO DE AQUISIÇÃO	ORIGEM DOS RECURSOS(*)	OBSERVAÇÕES
1	Infra-estrutura do Laboratório de Automação e Otimização de Processos	2003	PR	Equipamentos e Instrumental de Medições
1	Infra-estrutura do Laboratório de Química Geral	2002	PR	Equipamentos e Instrumental de Medições

* PRÓPRIOS - PR

* PROGRAMA - SCT

* OUTRAS FONTES - OF

	PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008	DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
---	--	---

Preencher uma folha para cada fonte de recursos, tomando o cuidado em colocar, especificamente, qual a função do pessoal Técnico/Científico e Administrativo no projeto.

14.PESSOAL

FONTE DE RECURSOS:

NOME	FORMAÇÃO	FUNÇÃO NO PROJETO	CUSTO HORA	HORAS SEMANAIS PREVISTAS	TOTAL DE SEMANAS	TOTAL DE HORAS NO PROJETO	CUSTO TOTAL R\$1,00
------	----------	-------------------	---------------	--------------------------------	------------------------	---------------------------------	---------------------------

14.1.TÉCNICO/CIENTÍFICO

Carlos Eduardo Appollo Unterleider	Engenheiro Químico / Mestre Engenharia de Produção	Coordenador / Pesquisador	29,11	10	156	1872	54.493,92
Fabiana Noel	Química / Mestre Engenharia, Área: Energia	Pesquisadora	29,11	10	156	1872	54.493,92
Alice Ebling	Engenheira Química / Especialista em Engenharia da Qualidade	Pesquisadora	26,19	10	156	1872	49.027,68
Bolsista	Graduando em Engenharia de Produção	Bolsista Pesquisador	6,00	8	154	1248	7.488,00
Bolsista	Graduando em Engenharia de Produção	Bolsista Pesquisador	6,00	8	154	1248	7.488,00
TOTAL (14.1)							172.991,52

14.2.ADMINISTRATIVO

						0	0
						0	0
TOTAL (14.2)							0,00
TOTAL (14.1 + 14.2)							172.991,52



**PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**
TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008

DIVISÃO DE
PÓLOS DE
INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA

Preencher de acordo com os itens especificados; elencar os materiais em Itens com a respectiva: Especificação, Utilização, Unidade (kg; g; L; m; m²; m³; pç; frasco; caixa; cartucho, etc.), Qtde e C. Unitário.

16. MATERIAL DE CONSUMO A ADQUIRIR / FONTE DE RECURSOS: SCT

(R\$1,00)

ITEM N.º	ESPECIFICAÇÃO	UTILIZAÇÃO	UNIDADE	QTDE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
1	Folha de papel A4	Impressão de relatórios	pacote	25	15,00	375,00
2	Cartuchos de impressora de cor preta	Impressão de relatórios	cartucho	40	35,00	1.400,00
3	Cartuchos de impressora colorida	Impressão de relatórios	cartucho	40	40,00	1.600,00
4	DVD-ROM graváveis	Backup dos dados e divulgação	DVD	20	2,00	40,00
5	Gasolina	Deslocamento para coleta de dados juntos as Agroindústrias da Região	L	2700	2,80	7.560,00
6	Canetas para marcação em vidro	Identificação do material	pç	10	2,00	20,00
7	Pastas plásticas	Arquivo e organização do material	pç	20	15,00	300,00
8	Meios de cultura	Substrato de alimentação para os microorganismos	frasco	6	300,00	1.800,00
9	Reagentes para análise	Preparação de amostra para o CLAE	L	80	100,00	8.000,00
10	Cepas dos microorganismos	Microorganismo produtor de Xilitol	frasco	5	300,00	1.500,00
11	Seringa de injeção para cromatografia	Injeção de amostra no CLAE	pç	10	180,00	1.800,00
13	Hospedagem	Pernoite durante os deslocamentos	diária	22	150,00	3.300,00
14	Diárias de alimentação	Custear os gastos com a alimentação de pessoal durante a coleta de dados	diária	38	50,00	1.900,00
16	Unidade filtrante	Filtragem durante a preparação das amostras	pacote	3	200,00	600,00
17	Pré-coluna	Preparação pré-injeção no CLAE	pç	4	700,00	2.800,00
TOTAL						32.995,00



**PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**
TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008

DIVISÃO DE
PÓLOS DE
INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA

20. EQUIPAMENTOS E OUTROS MATERIAIS PERMANENTES A ADQUIRIR / FONTE DE RECURSOS(*): SCT

(R\$1,00)

ITEM N.º	ESPECIFICAÇÃO (sensibilidade; resolução; capacidade; faixa temperatura; dimensão, etc.)	JUSTIFICATIVA	QTDE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
1	Cromatografo Líquido de Alta Eficiência (CLAE), equipado com: um detector tipo Dad (Diode array detection), um detector tipo IR (Índice de Refração) e uma bomba binária.	Análises quanti-qualitativa das diversas etapas produtivas, para avaliação dos resultados obtidos nos experimentos com as diversas combinações.	1	130.980,00	130.980,00
2	Incubadora 'shaker' orbital de bancada 220V velocidade de agitação orbital de 50 a 240 rpm	Preparar os diversos experimentos em meio de cultura	1	6.669,00	6.669,00
3	Microcentrífuga refrigerada p / microtubos 220V para sedimentação de pequenas quantidades de amostras	Centrifugar o produto obtido nos experimentos	1	7.271,32	7.271,32
4	Bancada de fluxo laminar vertical classe II	Preparar os microorganismos	1	14.320,00	14.320,00
5	Estufa bacteriológica 80L 220V digital microprocessada (PID) variação 0,2°C	Proporcionar um ambiente favorável ao crescimento dos microorganismos	1	2.310,00	2.310,00
6	Contador de colonias digital	Avaliar o crescimento dos microorganismos	1	1.667,00	1.667,00
7	Microscópio biológico	Avaliar o crescimento dos microorganismos	1	1.370,00	1.370,00
8	Impressora multifuncional	Imprimir relatórios, cromatogramas e resultados	1	400,00	400,00
9	Computador Desktop, com sistema operacional Windows/Office	Coletar, armazenar e decodificar os resultados obtidos no CLAE, gerar relatórios e cálculos estatísticos	1	2.000,00	2.000,00
TOTAL					166.987,32

	PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008	DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
---	--	---

A atividade n.º 01 deve contemplar a utilização dos recursos financeiros repassados pela SCT; a atividade n.º 02 - prestação de contas financeira - deve ser contemplada num prazo de até 30 dias, após execução da atividade 01; as demais atividades serão aquelas necessárias para atingir as metas estabelecidas.

21. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO (Estabelecer as atividades necessárias para a execução de cada meta proposta)

ATIVIDADES		TRIMESTRES											
N.º	DESCRIÇÃO	1/3	4/6	7/9	10/12	13/15	16/18	19/21	22/24	25/27	28/30	31/33	34/36
1	Desenvolvimento de <i>home page</i> do projeto	X	X										
2	Pesquisa bibliográfica sobre o processo e microorganismos	X	X	X	X	X	X	X	X				
3	Aquisição do equipamento e materiais permanentes	X	X	X	X								
4	Implantação dos Equipamentos nos Laboratórios			X	X								
5	Realização dos experimentos em <i>shaker</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	
6	Realização de experimentos previamente planejados				X	X	X	X	X	X	X	X	
7	Avaliar diferentes formas de condução do processo e estudo da otimização					X	X	X	X	X	X	X	
8	Síntese das técnicas empregadas na separação, purificação e caracterização do Xilitol								X	X	X	X	X
9	Conclusão do Desenvolvimento Tecnológico do Processo e Difusão (Curso e palestra)											X	X



SECRETARIA
DA CIÊNCIA
E TECNOLOGIA

**PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**

TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008

**DIVISÃO DE
PÓLOS DE
INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA**

22. ORÇAMENTO SUGERIDO POR FONTE DE FINANCIAMENTO / QUADRO RESUMO

(R\$1,00)

ESPECIFICAÇÃO DA DESPESA	UNIDADE EXECUTORA (FACCAT)	SCT- PÓLOS	TOTAL
DESPESAS DE CUSTEIO (1)	172.991,52	32.995,00	205.986,52
Pessoal			
. Técnico/Científico	172.991,52		
. Administrativo			
Material de Consumo		32.995,00	
Serviços de Terceiros e Encargos			
. Remuneração de Serviços Pessoais			
. Outros Serviços e Encargos			
DESPESAS DE CAPITAL (2)			166.987,32
Obras e Instalações			
. Prédios			
. Instalações			
. Outras Obras Complementares			
Equipamentos e Material Permanente		166.987,32	
TOTAL (1 + 2)	172.991,52	199.982,32	372.973,84

 <p>SECRETARIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA</p>	<p>PROGRAMA DE APOIO AOS PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p> <p>TERMO DE REFERÊNCIA 1/2008</p>	<p>DIVISÃO DE PÓLOS DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA</p>
---	---	--

24. ASSINATURA E CARIMBO DOS RESPONSÁVEIS:

PRESIDENTE DO COREDE
PROF. DELMAR HENRIQUE BACKES

PRESIDENTE DA UNIDADE MANTENEDORA - FEEIN
BEL. ELDO IVO KLAIN

DIRETOR DA UNIDADE EXECUTORA - FACCAT
PROF. DELMAR HENRIQUE BACKES

GESTOR DO PÓLO
PROF. CARLOS FERNANDO JUNG

COORDENADOR DO PROJETO
PROF. CARLOS EDUARDO APPOLLO UNTERLEIDER