

# **BIODEGRADAÇÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS COMO ALTERNATIVA À REDUÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS NO SEMI-ÁRIDO SERGIPANO.**

SILVA, M. A.<sup>1</sup>; MELO e SOUZA, R.<sup>2</sup> e SOUZA, R. R.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente – NESA – UFS.

<sup>2</sup> Professora NESA e DED-CECH – UFS – E-mail: [rome@ufs.br](mailto:rome@ufs.br).

<sup>3</sup> Professor NESA e DEQ – CCET – UFS - Cidade Universitária “Prof. José Aloísio de Campos”, Av. Marechal Rondon, S/N, São Cristóvão – SE, Brasil, CEP: 49 100 – 000 - E-mail: [rrsouza@ufs.br](mailto:rrsouza@ufs.br).

## **RESUMO**

Nesta pesquisa, a agricultura sustentável constituiu a base do desenvolvimento de uma alternativa para os resíduos agrícolas utilizando a biotecnologia. A metodologia consistiu na utilização de indicadores ambientais consagrados na literatura, seguidos de levantamento de dados dos produtores e nas relações com os resíduos agrícolas. Enfatiza-se, a viabilidade da bioindustrialização dos resíduos agrícolas, na perspectiva do paradigma da biomassa para as regiões tropicais defendida por SACHS (1997) visando contribuir para o desenvolvimento sustentável do semi-árido de Sergipe e conseqüentemente da região nordestina.

**Palavras-Chave:** Biodegradação; Riscos ambientais; Resíduos agrícolas; Semi-árido.

## **ABSTRACT**

The sustainable agriculture constituted the basis for the development of an alternative for the agricultural residues by biotechnology. The methodology consisted of the use of environmental indicators and data of the producers concerning the relationships with the agricultural residues. It's pointed out the viability of the agricultural residues bioindustrialization, in the perspective of the paradigm of the biomass for the tropical areas defended by SACHS (1997) in search of the Northeastern area sustainable development, especially at Sergipe, Brazil.

**Key-word:** Biodegradation; Environmental risks; Agricultural residues; Northeastern.

## 1.0 - INTRODUÇÃO

Para que o homem possa continuar a desenvolver-se de uma forma que não venha a prejudicar o meio ambiente e a si próprio, é preciso que o atual modelo de desenvolvimento seja revisto. Este atual desenvolvimento terá que ser modificado para um tipo de modelo que proporcione um futuro melhor, que é o desenvolvimento sustentável. Neste tipo de desenvolvimento, o homem irá interagir com a natureza de forma harmoniosa, sem deixar de lado o seu desenvolvimento, ou seja, ele continuará produzindo, progredindo, mas sem danificar seu meio ambiente.

O atual modelo de desenvolvimento tem causado motivo para diversas reflexões, pelo fato de que o mesmo tem gerado danos ambientais. Este modelo tem sido o grande “vilão” da relação homem-natureza, refletido nas conseqüências de crises ambientais. Sabe-se que, através da natureza o homem retira sempre o que necessita para a sua sobrevivência. Mas o modo como o homem vem explorando, através do chamado desenvolvimento científico e tecnológico, este mesmo homem está destruindo o seu “habitat” natural, que é constituído por ele próprio e a natureza.

Cavalcanti (1997), diz que o desenvolvimento sustentável de uma sociedade será conseguido quando se alcançar um grande compromisso com a chamada “sustentabilidade ética”, para que assim os seres possam viver de uma maneira sustentável. Seguindo este pensamento, pode-se deduzir que a noção da utilização sustentável dos recursos ao qual refere-se ao costume do uso dos recursos renováveis, refere-se à quantidade coexistente com sua capacidade de modificação.

Dessa forma, o desenvolvimento sustentável abrange uma nova consciência dos limites do planeta terra ou segundo Sachs (1997) “da nave espacial terrestre”. Logo, deve-se respeitar a resistência de seus equilíbrios globais ecológicos, numa maneira do desenvolvimento sócio-econômico direcionado para a justificação do reconhecimento do papel fundamental que a autonomia cultural atua nessa sucessão e para a satisfação de necessidades básicas.

Segundo Cavalcanti (1997) pode-se compreender o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade ambiental como uma idéia de gênero que precisa envolver diversas categorias, como: social, econômica, ecológica, geográfica e cultural.

Para Sachs (1997), dentre estas categorias da sustentabilidade, a cultural, é a que talvez constitua a dimensão mais difícil de ser concretizada, na medida em que implica que o processo de modernização deveria ter raízes endógenas, buscando a mudança em sintonia com a continuidade cultural vigente em contextos específicos.

A agricultura moderna que vem utilizando com muita intensidade máquinas e insumos químicos, visando garantir uma maior produtividade de alimentos, tem sido atualmente bastante questionada em decorrência das conseqüências causadas por este tipo de agricultura ao meio ambiente. Todo esse questionamento é proveniente de que este modelo de desenvolvimento agrícola é insustentável.

Agricultura sustentável surge como uma perspectiva de modelo sustentável para equilibrar toda a atual situação do setor agrícola. Neste tipo de modelo, em relação aos resíduos agrícolas, faz-se o aproveitamento de diversas maneiras como por exemplo à reciclagem (ALTIERI, 2000).

Agricultura sustentável pode ser conceituada como a busca de maior produtividade possível com maior grau de preservação da natureza, abrangendo particularmente a preservação do solo, do ar e da água (FERREIRA, 2003).

Os motivos de discussões para a introdução deste tipo de agricultura foram resultante das conseqüências decorrentes da agricultura praticada atualmente. Segundo Wolff (2003), a agricultura tradicional é o conjunto de técnicas de cultivo que foi utilizado durante muitos séculos pelas comunidades indígenas e pelos camponeses. Esta é feita em pequenas propriedades e dedicada à subsistência do produtor, com a produção de grande diversidade de produtos.

A agricultura sustentável é, entretanto, “não apenas um modelo ou um pacote a ser simplesmente imposto, mais um processo de aprendizagem”(PAULUS e SCHLINDWEIN, 2001).

Vários tipos de estratégias podem ser efetuadas com este modelo de agricultura como: a) o manejo dos recursos produtivos - que constitui num dos elementos técnicos básicos de uma estratégia de agricultura sustentável; e b) a reciclagem dos nutrientes e matéria orgânica - que está associada à utilização da biomassa das plantas, os resíduos das colheitas, ou seja, os resíduos produzidos pela agricultura. Um especial atenção deve ser

dada aos resíduos agrícolas que devem ser vistos como “co-produtos” (ALTIERI, 2000; SACHS, 1997).

Segundo Farré (2003), num contexto da produção vegetal, a definição restrita de resíduos agrícolas se emprega como determinação de resíduos da colheita. Ou ainda, as sobras da colheita, a fração de um cultivo em que não se organiza a colheita propriamente dita e ou aquela parte da colheita que não satisfaz com os requisitos da qualidade mínima para ser comercializada como tal. Da mesma forma, os restos de poda dos cultivos lenhosos devem ser considerados assim mesmo resíduos agrícolas restritos.

Segundo Lima et. al. (2001), os fenômenos biológicos abrangem duas atividades fundamentais interdependentes, que são a síntese dos compostos orgânicos e a biodegradação destes compostos. A biodegradação é a decomposição de um material em componentes mais simples por organismos vivos, em que este processo biológico envolve dois fatores essenciais, que é a nutrição e a respiração.

Os microrganismos fazem uso da matéria orgânica constituída de um resíduo, seja ele sólido ou líquido, servindo-se de uma boa parte desta para a sua autoconstrução e reprodução. O restante é oxidado por meio da respiração, aproveitando sua energia e compensando ao meio, elementos na forma de subprodutos do seu metabolismo. Desta maneira, carbono, nitrogênio e fósforo, etc, que faziam parte das moléculas orgânicas dos resíduos, são devolvidas ao meio (ar, água, solo) na forma de compostos mais simples, como gás carbônico, fosfatos, nitratos, etc.

Um grande volume de biomassa pode ser processado por meio de vastos processos produtivos e objetivando uma grande diversidade na produção final de produtos, como: alimentos, bio-energia, bio-plásticos, papel, celulose e outros produtos químicos (SACHS, 1997).

Desde os primórdios da civilização, o homem utiliza os processos de fermentação para a produção de bens de consumo, como exemplo a produção de pão, de queijo, e, as bebidas, como o vinho e a cerveja. Assim, praticamente quaisquer produtos naturais ou seus derivados de origem orgânica, como os resíduos agrícolas, podem ser utilizados como matérias-primas no processo fermentativo (SERAFINI et. al., 2002).

A alusão feita com relação à biotecnologia é muito mais do que vem sendo mostrada nos meios de comunicação social, porque esta ciência não está somente

relacionada com a Engenharia Genética. Ela vai mais além disto, pois é “todo um conjunto de atividades tecnológicas abrangendo a aplicação de organismos, sistemas e/ou processos biológicos a indústrias primárias, secundárias e de serviços”. Neste sentido, a aplicação da biotecnologia é tão abrangente, que pode ser feita em áreas como a agricultura, o meio ambiente, a extração de minérios, as indústrias alimentares, etc (MOTA, 2003).

Diante dos diversos aspectos apresentados, o que impulsionou o desenvolvimento deste trabalho foi introduzir uma perspectiva para o desenvolvimento sustentável para o perímetro irrigado Poção da Ribeira, localizado no município de Itabaiana, região Agreste do Estado de Sergipe, que segundo Lopes e Mota (1997) é um dos perímetros do Estado que mais produzem e comercializam hortaliças.

Para o desenvolvimento geral da pesquisa, teve-se como objetivo: analisar a situação atual da área em estudo em relação aos resíduos agrícolas produzidos e as condições sócio-econômicas dos produtores, bem como o reaproveitamento dos resíduos por biodegradação, e indicar alternativas para o reaproveitamento dos resíduos.

A alternativa de análise de aproveitamento dos resíduos agrícolas, foi embasada na biotecnologia, que, segundo Azevedo (1997), faz uso de sistemas celulares para o desenvolvimento de processos e produtos de interesse econômico ou social. Como os resíduos da colheita, não podem ser utilizados diretamente na dieta humana, e, neste trabalho a proposta foi justamente o aproveitamento desses materiais para esta finalidade, os mesmos podem ser biodegradados por microrganismos em sistemas denominados de biorreatores, em que nestes sistemas com as condições favoráveis ao crescimento dos microrganismos, são desenvolvidos os processos da produção de glicose. Este é um bom exemplo da biotecnologia inserida na agricultura em benefício do homem e da natureza, mostrando assim uma perspectiva sustentável da aplicação dessa ciência no contexto do desenvolvimento regional da agricultura irrigada no semi-árido.

## **2.0 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O perímetro irrigado Poção da Ribeira, localiza-se no município de Itabaiana, Estado de Sergipe, na parte central do Estado, na chamada microrregião homogênea, Agreste de Itabaiana, distante 50 Km da capital Aracaju, 13 Km da sede municipal e 75 Km

para o porto marítimo. A localização do município de Itabaiana em relação ao estado de Sergipe.

O perímetro irrigado Poção da Ribeira, encontra-se numa área que historicamente é formada pela presença de um elevado número de propriedades com tamanho médio de 4 e 5 hectares, pertencentes a agricultores procedentes do município de Itabaiana e portadores de documentações legais de posse da terra (LOPES e MOTA, 1997).

### **3.0 – MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 – Aplicação dos Questionários**

Para o levantamento de campo, foi definida uma amostra constituída na aplicação de 94 questionários, equivalente a 20% do total de irrigantes, este percentual foi definido seguindo o procedimento descrito em Santos (2003).

Como o perímetro estudado está dividido em 7 setores, foram aplicados 20% dos questionários em cada setor, selecionados com base nas relações nominais fornecidas pela . Companhia do Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe – COHIDRO referentes a 2003 e escolhidos aleatoriamente.

#### **3.2 – Microrganismos Utilizados**

Estes foram obtidos através da purificação por meio de cultura sólido, preparados no laboratório. Os microrganismos utilizados foram cultivados em placas de Petri contendo o meio de cultura sólido, preparado segundo Barros (1980) e mantidas a temperatura ambiente. Para a purificação de cada microrganismo foi utilizado o método de cultura de microrganismos, descrito por Addis et al. (1998). Os microrganismos utilizados foram *Aspergillus terreus*, *Aspergillus oryzae* e *Aspergillus niger*.

#### **3.3 – Preparo das Soluções**

O meio de cultura utilizado no biorreator, ou seja, a solução de nutrientes, preparou-se seguindo o procedimento descrito por AQUARONE et. al. (1975).

Para o acompanhamento do processo de biodegradação, utilizou o método DNS que permite a dosagem de açúcares redutores pelo 3,5- dinitrosalicilato possibilitando avaliar o

teor de glicose existente no biorreator ao longo do tempo. Para isto, foi preparada uma solução de DNS (10g/L) (ZANCAN, 1999).

### **3.4 – Construção do Biorreator**

O biorreator foi construído utilizando um erlenmeyer com capacidade de um litro, sendo colocada na sua boca uma rolha com abertura para entrada de soluções e retirada de amostras, conforme se pode observar na Figura 01.



Figura 01 - Biorreator

Fonte: Laboratório de Biotecnologia Ambiental/DEQ/UFS.

### **3.5 – Acompanhamento da Biodegradação**

A análise dos resíduos por biodegradação utilizando microorganismos foi feita através do Método DNS - (Dosagem de açúcares redutores pelo do 3,5 dinitro salicilato). As unidades de hexose resultantes ( $\alpha$ -D-glucose e  $\beta$ -D-frutose), em meio fortemente alcalino e a quente, formam enedióis que cedem elétrons para reduzir o reagente 3,5-dinitrosalicilato (de cor amarelo forte) a 3-amino-5-nitro-salicilato (de cor laranja-marrom forte). Cada mol de açúcar redutor presente na solução formará 1 mol de 3-amino-5-nitro salicilato. Portanto, pela determinação da luz absorvida a 540nm pelo 3-amino-5-nitrosalicilato, pode-se determinar a concentração de açúcar redutor presente na solução. A

sensibilidade da técnica de determinação de açúcar redutor pelo DNS é de 1-20  $\mu\text{mol}$  de glucose (ZANCAN, 1999).

#### **4.0 – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos são produtos de trabalhos integrados de campo e de laboratório. Inicialmente foi realizada uma avaliação da situação do perímetro, com os dados obtidos pelos questionários, em seguida, a avaliação dos desempenhos dos biorreatores para verificação da viabilidade no aproveitamento dos resíduos agrícolas.

##### **4.1 – Resíduos Agrícolas**

Na área de estudo podemos observar que a plantação de hortaliças predomina nesta região por ser uma cultura de necessitar de pouca mecanização, baixo investimento e grande número de mão-de-obra. Com base no trabalho de campo realizado em 2003 os tipos de hortaliças plantadas são: coentro, batata-doce, cebolinha, pimentão, quiabo, macaxeira, amendoim, tomate, feijão-vagem, milho, salsa, inhame, pepino, jiló, couve, hortelã, berinjela, maxixe, repolho, banana e alface.

Os tipos de resíduos agrícolas produzidos neste Perímetro são: caules (46,81%) são os resíduos agrícolas mais produzidos por não serem utilizados como complemento na ração animal, uma vez que eles são provenientes dos cultivos como os de tomate, pimentão e quiabo; raízes (18,08%); folhas (12,74%); cascas (10,64%); paha (8,51%) é originada do cultivo de milho; e rama (3,19%) são oriundos dos cultivos do feijão, do amendoim, da batata-doce, etc.

No trabalho de campo foi perguntado se os irrigantes sabem o que são resíduos agrícolas. Dos entrevistados, 97,87% responderam que não sabiam e, os 2,13% que responderam disseram o seguinte: *“Acho que é veneno para as plantas”* e *“É resto de veneno nas verduras”*. Percebe-se que houve uma certa confusão acerca da palavra resíduo agrícola com agrotóxicos.

Diante dos resultados, observou-se que os irrigantes não conseguiram fazer a associação das sobras que eles produzem na colheita, com os resíduos agrícolas. Para eles

ambos não possuem o mesmo significado, ou seja, não são restos que eles produzem na lavoura.

Na avaliação sobre o aproveitamento das sobras da colheita verificou que aproximadamente 50,00% são utilizados para ração animal e os que não aproveita os resíduos, deixando-os no próprio local da colheita (35,00%), armazenam em um determinado local do lote (10,00%) e realizam a queima (5,00%). Ressaltamos que, a disposição inadequada dos resíduos podem acarretar contaminações e/ou situação do local e/ou adjacências, podendo vir a tornar a terra imprópria para a agricultura ou necessitar de tratamento para recuperação, inviabilizando o processo produtivo.

Os agricultores do perímetro analisado, de modo geral, não têm a preocupação com a destinação final dos resíduos agrícolas. Mesmo assim, 59,57% acreditam que estas sobras podem ser reaproveitadas, enquanto que apenas 1,06% disseram não ser possível e 39,36% não souberam ou não tem idéia.

Assim, percebe-se que os agricultores têm uma opinião mais voltada para aproveitar esses materiais restantes dos cultivos e na opinião dos agricultores, estes resíduos podem ser empregados como: adubo (24,47%), ração (36,17%) e alimentação humana (14,90%). Ressaltamos ainda que, o percentual que não citou nenhuma alternativa (24,46%), corresponde praticamente ao número de entrevistados que não acreditam ou não têm idéia sobre a possibilidade de reaproveitamento dos resíduos agrícolas.

Nas respostas que sugeriram a utilização dos resíduos para alimentação humana, podemos destacar as seguintes finalidades sugeridas pelos irrigantes: “*serve para a alimentação humana*”, “*comida para o povo*”, “*alimentar as pessoas*”, “*dar aos pobres*”, “*dá para outras pessoas comerem*”. Tais respostas reforçam o emprego da bioindustrialização enquanto alternativa para o desenvolvimento sustentável da agricultura nessa comunidade.

Quando questionados sobre qual a opinião deste sobre o aproveitamento das sobras das colheitas, 3,19% disseram ser ótima, 93,62% disseram ser boa e 3,19% não responderam. Isto nos mostra que culturalmente os agricultores têm a percepção do aproveitamento dos resíduos, nessa visão de contribuir para o desenvolvimento ajudando aos mais pobres, ou seja, sociabilizando os recursos oriundos do desenvolvimento.

A preocupação com o descarte dos resíduos agrícolas mostra não ser uma preocupação dos agricultores do perímetro irrigado em estudo, uma vez que conforme os dados do trabalho de campo realizado em 2003, 23,40% conhecem os problemas que podem ocorrer quando se realiza um descarte inadequado, 48,94% não acredita que os resíduos da agricultura possam provocar problemas para o meio ambiente, 25,53% não tem conhecimento dos possíveis problemas que podem ocorrer e 2,13% não responderam. Eles acreditam em sua grande maioria que quando os resíduos são jogados (sem controle), enterrados ou queimados não afetam o meio ambiente, mostrando um desconhecimento dos possíveis problemas que podem ocorrer.

#### **4.2 – Aproveitamento dos Resíduos Agrícolas**

Foram construídos biorreatores, que utilizaram como substrato o reagente carboximetilcelulose (estado ideal) e a palha de milho (estado real).

O fator de correção foi considerado com um valor de 33%, baseado no teor de celulose, em palha de milho, pelo tipo de secagem em estufa para obtenção da matéria seca, onde este fator poderá ser tomado como base geral para os demais resíduos encontrados no perímetro irrigado Poção da Ribeira (PASTORINI, et al., 2002).

Os dados apresentados na Tabela 01 e na Tabela 02 são referentes aos biorreatores em que foi utilizado o reagente carboximetilcelulose, ou seja, a celulose purificada, sendo assim, a biodegradação no estado ideal. O pH foi corrigido para 4.8, onde segundo Ingesson et al (2001), nesta faixa de pH, foi que apresentou melhores resultados na investigação do efeito do pH em reator ativado e na hidrólise enzimática da celulose. A concentração do mosto, ou seja, do meio de cultura total dos biorreatores foi de 1g/L.

Toda a quantidade produzida de glicose pelos microrganismos, está exposta nos valores da concentração média de glicose, onde, os valores apresentaram-se na faixa de 500 a 600mg/L, estes valores são relativos as quantidades de glicose que os microrganismos produziram e consumiram durante todo o processo. A geração de glicose no meio, é relacionada a quantidade de glicose, produzida em cima da concentração do biorreator, isto é, em 1g/L, foram produzidas 146,527mg, 126,996mg, 102,881mg de glicose pelos microrganismos, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus terreus*, respectivamente.

Tabela 01 - Dados referentes aos biorreatores construídos para o acompanhamento da degradação da celulose – estado ideal.

<b>MICROORGANISMO</b>	<b>CONCENTRAÇÃO MÉDIA DE GLICOSE (mg/L)</b>	<b>GERAÇÃO DE GLICOSE NO MEIO (mg)</b>	<b>% DE GLICOSE SOBRE A MASSA DA CELULOSE</b>
<i>Aspergillus oryzae</i>	586,11	146,52	106,18
<i>Aspergillus niger</i>	507,98	126,99	92,03
<i>Aspergillus terreus</i>	567,88	102,88	102,88

Tabela 02 - Dados referentes aos biorreatores construídos para o acompanhamento da degradação da celulose – estado ideal.

<b>MICROORGANISMO</b>	<b>%RENDIMENTO</b>	<b>%BIODEGRADAÇÃO</b>
<i>Aspergillus oryzae</i>	58,61	95,56
<i>Aspergillus niger</i>	50,79	82,82
<i>Aspergillus terreus</i>	56,78	92,59

O percentual de glicose obtida sobre a massa de celulose, ou seja, em cima de 250mg de celulose, foram produzidas respectivamente 106,184%, 92,030%, 102,881% de glicose respectivamente pelos microrganismos, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus terreus*. Segundo Reguly (1996), o rendimento da hidrólise da celulose é calculado, obtendo-se um percentual de 111,1 de glicose, porém, tal rendimento não é alcançável apenas pela condição de hidrólise, situando-se ao redor de 96% na hidrólise da celulose. Os rendimentos obtidos foram, 58,61%; 50,79%; e 56,78% para os microrganismos *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger* e *Aspergillus terreus* respectivamente, já para a eficiência de biodegradação temos 95,56%; 82,82%; e 92,59%.

Com base nos dados experimentais mostrados, verifica-se que o microrganismo *Aspergillus oryzae* foi o que mais apresentou melhores desempenhos em relação aos demais, o que deve ter ocorrido é que o mesmo tenha produzido mais enzimas de celulase. Segundo Aquarone et al.(1975), a capacidade dos microrganismos diz respeito a seu complexo enzimático, maior ou menos rico, assim, a posse de celulasas, propicia a

degradação da celulose. E, ainda, a celulase obtida do *Aspergillus oryzae*, hidrolisou melhor do que os demais microrganismos, devido a carboximetilcelulase presente nele.

A biodegradação no estado real é relacionada a massa da palha de milho, em uma situação utilizou-se a massa da palha de milho e em outra fez-se um tratamento ácido-alcalino deste resíduo, para verificar a resistência à hidrólise que a natureza estrutural da maioria dos resíduos celulósicos apresentam, segundo Aguiar e Menezes (2002). Com base nos resultados obtidos para o caso ideal, optou-se por utilizar nos biorreatores o microrganismo *Aspergillus oryzae*, sendo o pH corrigido para 4,5, sempre a temperatura ambiente e em constante agitação.

Na Tabela 03, estão os dados referentes do biorreator, em que foi utilizada a massa da palha de milho, com concentração total no meio de 4 g/L.

Tabela 03 - Dados referentes ao biorreator construído para o acompanhamento da degradação da celulose, utilizando os resíduos agrícolas, a palha de milho.

<b>MICROORGANISMO: <i>ASPERGILLUS ORYZAE</i></b>	<b>VALORES</b>
Conc.T.Glicose Produzida (mg/L):	1279,17
Formação de glicose (mg/L)	105,53
% de Glicose sobre a massa da palha	10,55
Rendimento sobre a matéria seca	31,98
Rendimento sobre a celulose contida na matéria seca	87,22
Biodegradação sobre a matéria seca	28,78
Biodegradação sobre a celulose contida na matéria seca	87,22

Com base nos dados obtidos, verificou-se a viabilidade do processo de biodegradação dos resíduos agrícolas provenientes do perímetro irrigado Poção da Ribeira. Assim, verifica-se que é possível uma exploração agrícola sustentável no perímetro irrigado Poção da Ribeira. Contribuindo para a fixação dos agricultores no seu local, através da geração de empregos advindos de uma cooperativa de aproveitamento destes resíduos para produção de glicose. Empregos estes que se estendem para todos os componentes das famílias dos agricultores, garantindo assim numa melhor qualidade de vida e permitindo a sustentabilidade cultural e social do perímetro.

## **5.0 – CONCLUSÕES**

Quanto à relação dos agricultores sobre as relações quanto ao aproveitamento dos resíduos, um bom número dos irrigantes, faz aproveitamento dos resíduos basicamente para o uso como adubo e ração, todavia, a maioria não os aproveita. Ressalta-se ainda que eles citaram que os resíduos agrícolas seriam aproveitados diretamente como alimentação humana, o que não é possível, sem o tratamento desses materiais, pois o homem não pode aproveitar na sua digestão esses resíduos.

O rendimento da biodegradação dos resíduos agrícolas, foram satisfatórios do ponto de vista de aproveitamento, proporcionando assim uma boa alternativa à agricultura sustentável na área de estudo.

Ressaltamos ainda, que as maiores porcentagens de hidrólise foram alcançadas com o *Aspergillus oryzae*, onde este teve um melhor aproveitamento do conteúdo celulósico, assim, este microrganismo pode ser utilizado no processo de biodegradação dos resíduos celulósicos provenientes do perímetro irrigado Poção da Ribeira, para a obtenção da glicose.

Os recentes avanços alcançados pela biotecnologia oferecem, nesta perspectiva, nova e inúmeras oportunidades. Em termos mais gerais, ela acena com a perspectiva de um modelo de bioindustrialização, modelo este baseado na valorização intensiva de biomassa terrestre e aquática. Segundo Sachs (1997) “não resta dúvida de que a tecnologia constitui uma variável decisiva e, que a biotecnologia nos oferecem uma via de acesso interessante a problemática de um novo desenvolvimento”.

## **6.0 – AGRADECIMENTOS**

Maria Andréa Silva agradece a CAPES pela bolsa de mestrado concedida como aluna do NESA-UFS. Os autores agradecem aos integrantes do Grupo de Pesquisa em Biotecnologia e Meio Ambiente (GPBIOMA/UFS) pela colaboração durante a realização deste trabalho.

## 7.0 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDS, John, LARKCOM, Erica, MILLER, Ruth. **Microorganisms and biotechnology**, Nelson Advanced Modular Science, 1998.

AGUIAR, Claudio Lima, MENEZES, Tobias José, **Conversão enzimática do bagaço de cana-de-açúcar**, Ver. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, no 26-maio/junho, 2002. Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.biotecnologia.com.br/busca.html>. Arquivo capturado em: 2/05/2003.

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**, 2.ed., Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

AQUARONE, E., BORZANI, W., LIMA, U.A., **Biotecnologia tópicos de microbiologia industrial**, Ed. da Universidade de São Paulo, Edgard Blucher, vol. 2, São Paulo, 1975.

AZEVEDO, João Lúcio. **Fungos**, Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. Universidade Federal de Goiás. Rev. Ano I. no. 1. maio de 1977.

BARROS, Armando Ferreira de. **Apostila de bioquímica industrial**, Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 1980.

CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito, **Desenvolvimento sustentável e planejamento: bases teóricas e conceituais**, Fortaleza: UFC – Imprensa Universitária, 1997.

FARRÉ, F. X. M., **Gestión y tratamiento de residuos agrícolas**. Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.cib.org.br/pdf/fbcil2port.pdf>. Arquivo capturado em 12 de maio de 2003.

FERRARI, Alfonso Trujillo. **Metodologia da ciência**. 2ª edição, Kennedy editora, São Paulo, 1974.

FERREIRA, Fernando Marrey. **Agricultura sustentável**. Disponível na Internet via WWW.URL: <http://www.agrisustentavel.com/artigos/agrisust.htm>. Arquivo capturado em 4 de junho de 2003.

INGESSO, H. et al., **The effect of shaking regime on the rate and extent of enzymatic hidrolisis of cellulose**. 2001. Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.elsevier.com/locat/jbiotec>. Arquivo capturado em 2 de maio de 2003.

LIMA, U. de A., AQUARONE, E., BORZANI, W., SCHMIDELL, W., **Biotecnologia industrial**, volume 3, 1ª edição, São Paulo, Editora Edgard Blucher Ltda, 2001.

LOPES, Eliano Sérgio Azevedo, MOTA, Dalva Maria da. **Tecnologia e renda na agricultura familiar irrigada de Sergipe**. São Cristóvão, SE; Universidade Federal de Sergipe; Aracaju: Embrapa-CPATC, 1997, 186p.

MOTA, Manuel. **A biotecnologia e o cotidiano**. Disponível na Internet via WWW.URL: <http://www.deb.uminho.pt/imprensa/quotidiano.htm>. Arquivo capturado em 11 de junho de 2003.

PASTORINI, Lindamir Hernandez, BACARIN, Marcos Antonio, ABREU, Claudete Miranda, **Secagem de material vegetal em forno de microondas para determinação de matéria seca e análises químicas**, Ciência agrotécnica, Lavras, V.26, n.6, nov./dez., 2002.

PAULUS, Gervásio, SCHLINDWEIN, Sandro Luis. **Agricultura sustentável ou re(construção) do significado de agricultura**, Porto Alegre, Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, v.2,n.3, jul./set. 2002. Disponível na Internet via WWW.URL:[http://www.emater.tche.br/does/agroeco/revista/ano2\\_n3/revista\\_agricola\\_ano2\\_num3\\_parte9](http://www.emater.tche.br/does/agroeco/revista/ano2_n3/revista_agricola_ano2_num3_parte9). Arquivo capturado em 31 de maio de 2003.

REGULY, Julio Carlos. **Biotecnologia dos processos fermentativos: fundamentos, matérias-primas agrícolas, produtos e processos**, Pelotas: Universitária/UFPel, 1996, V.1.

SACHS, Ignacy. Desenvolvimento sustentável, bio-industrialização descentralizada e novas configurações rural-urbanas os casos da Índia e do Brasil, in: **Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental**. Paulo Freire Vieira e Jacques Weber organizadores; tradução Anne Sophie de Pontbriand-Vieira, Christila de Lasus, São Paulo: Cortez, 1997, Desenvolvimento, meio ambiente e sociedade.

SANTOS, Edinaldo Batista dos. **Consumo de produtos florestais e sustentabilidade no município de Itabaiana/SE**.2003.120f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)-Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2003.

SERAFINI, L. A., BARRROS, N.M., AZEVEDO, J.L., **Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria**, Caxias do Sul:EDUCS, 2002.

SERGIPE. Secretaria de Estado da Agricultura. Companhia do Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe – COHIDRO. **Programa de Apoio Tecnológico nos Perímetros Irrigados Administrados pela COHIDRO**. Aracaju, 2000.

WOLFF, Luiz Fernando. **Agricultura sustentável e sistemas ecológicos de cultivo.**

Disponível na Internet via WWW.URL: <http://www.agrisustentavel.com/doi/tipos.htm>.

Arquivo capturado em 4 de junho de 2003.

ZANCAN, Glaci T. (Org.). **Bioquímica: aulas práticas.** Departamento de Bioquímica. 6

ed. Curitiba: Editora da UFPR, 178 p., 1999.