

## **RELATO DE EXPERIÊNCIA DO GRUPO “PRODUÇÃO DE BIOETANOL DE SEGUNDA GERAÇÃO A PARTIR DA BIOMASSA” DO PROGRAMA DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS DA PETROBRAS EM PROMOÇÃO À QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO TÉCNICO DO INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS**

Carlos Antônio de Arroxelas Silva; Igor Daniel da Silva Lima; Joyce Euclides de Lima; Ana Paula Gomes da Silva; Cecília Dantas Vicente.

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas – Campus Maceió. E-mail: [carlosarroxelas@hotmail.com](mailto:carlosarroxelas@hotmail.com)*

O presente artigo relata as experiências obtidas entre os anos de 2013 e 2015 por alunos do grupo de pesquisa “Produção de Bioetanol de Segunda Geração a Partir da Biomassa” do Ensino Médio Técnico em Química Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas com o Programa de Formação de Recursos Humanos (PFRH) da Petróleo Brasileiro S.A (PETROBRAS). Esse programa é um potencial meio de contribuição à formação profissional dos alunos, sendo concretizada através de concessão de bolsa de estudo, como futuros profissionais técnicos, estimulando senso científico e crítico no desenvolvimento de tecnologias nas áreas relacionadas ao petróleo, gás natural e biocombustíveis. As atividades de pesquisa foram desenvolvidas no Laboratório de Microbiologia e no de Engenharia Bioquímica da instituição, focando-se tanto na revisão bibliográfica dos processos de obtenção de bioetanol, bem como na realização dos processos para fabricação desse produto, tendo ênfase na aplicação de pré-tratamentos e hidrólises ácidas nas biomassas de cana-de-açúcar, laranja e maracujá. Outro foco laboratorial foi a análise de açúcares redutores totais (ART) das alíquotas pré-tratadas e hidrolisadas por meio da técnica de espectrofotometria pelo método de Somogyi-Nelson e com auxílio de uma curva analítica padrão de glicose produzida. Os resultados atingidos com a realização do programa foram consideráveis, pois, além de ter contribuído à qualificação profissional e acadêmica dos alunos envolvidos, o programa possibilitou a participação do grupo de pesquisa em eventos acadêmico nacionais, regionais e locais, deixando assim sua contribuição ao meio científico através de resumos e artigos publicados.

Palavras-chave: Relato de Experiência, Pesquisa Científica, Bioetanol de Segunda Geração.

### **1. INTRODUÇÃO**

Voltado aos setores de petróleo, gás, energia e biocombustíveis, o Programa de Formação de Recursos Humanos (PFRH) – Nível Técnico é uma iniciativa da Petróleo Brasileiro S.A (Petrobras). O programa é uma resposta às determinações da Cláusula de Investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento nos Contratos de Concessão para Exploração,

Desenvolvimento e Produção de Petróleo e Gás Natural, que estabelece a obrigação, para o concessionário, de investir em despesas qualificadas, de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), o valor correspondente a 1% da receita bruta da produção dos campos, na qual é devida a Participação Especial, como previsto no art. 45, III, da Lei nº 9.478/97 de 06 de agosto de 1997, conforme critérios definidos no decreto 2.705/98 (MANUAL GERAL PFRH, 2011).

Além disso, a cláusula determina também que, pelo menos, 50% desse investimento deve ser concretizado através da realização de projetos e/ou programas junto às instituições nacionais de P&D e que tais projetos e/ou programas devem contemplar temas de interesse comum da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e do concessionário (MANUAL GERAL PFRH, 2011).

O programa atenta as questões inerentes à disponibilidade de mão-de-obra especializada frente às novas exigências dos empreendimentos desenvolvidos no País e a flexibilização do monopólio da União sobre o petróleo. Assim, sua efetivação almeja a capacitação de cidadãos de forma induzida e ordenada, baseando-se na previsão de crescimento dos setores energéticos e sua consequente demanda por profissionais qualificados (MANUAL DO USUÁRIO NÍVEL TÉCNICO PFRH, 2011).

No PFRH – Nível Técnico, há o estabelecimento do programa por meio de convênios com universidades, institutos e escolas técnicas parceiras, nas quais os recursos financeiros são oferecidos na forma de Bolsas aos alunos e Taxa de Bancada para cursos que possuam ênfase em especialidades dos diversos segmentos da cadeia produtiva na indústria do petróleo, gás natural, energia e biocombustíveis (MANUAL DO USUÁRIO NÍVEL TÉCNICO PFRH, 2011). Dessa forma, o objetivo primordial deste artigo é relatar a experiência do grupo de pesquisa “Produção de Bioetanol de Segunda Geração a Partir da Biomassa”, composto por alunos do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química Industrial do Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió, com o Convênio PFRH 105 – IFAL/PETROBRAS, nº 6000.0081865.13.4 entre os anos de 2013 e 2015.

## **2. METODOLOGIA**

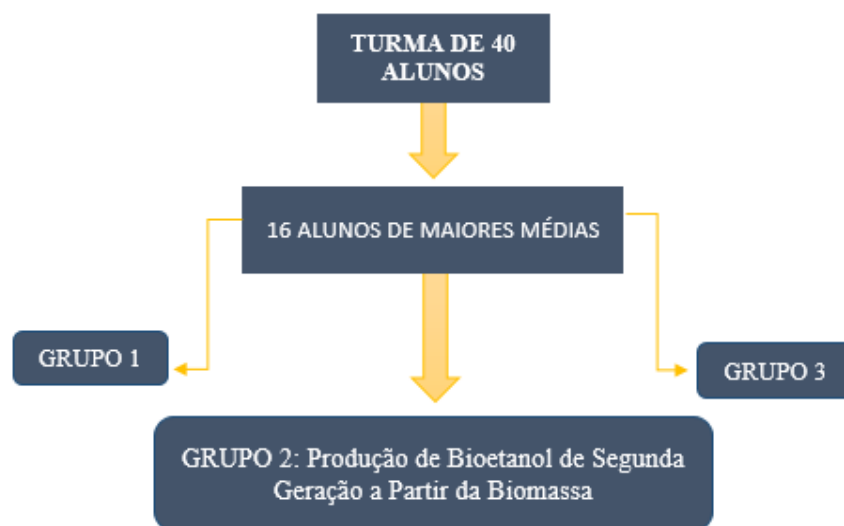
### **2.1 METODOLOGIA PFRH**

No dia 20 de maio de 2013, o Reitor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas, no uso de suas atribuições

legais e, considerando o convênio, firmado entre o Instituto Federal de Alagoas (IFAL) e a Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS), tornou público o Processo Seletivo de Bolsas de Estudos – Programa de Formação de Recursos Humanos – PFRH/Petrobras, para estudantes dos cursos técnicos integrados e subsequentes dos Campi de: Arapiraca, Maceió, Marechal Deodoro, Palmeira dos Índios, Penedo e São Miguel dos Campos (EDITAL INTERNO Nº 01/2013 IFAL, 2013).

No Campus Maceió, do curso Técnico em Química Industrial Integrado ao Ensino Médio, foram selecionados 16 alunos com a maior média aritmética das disciplinas equivalentes ao ano letivo anterior de um total de 40 alunos do segundo ano da turma vespertina 2012.1. Esses 16 alunos foram divididos entre si, formando três grupos de pesquisas, sendo dois com cinco alunos e um com seis alunos, com um professor orientador da área para cada. Tais grupos devidamente orientados, escolheram um dos setores possíveis de pesquisa (petróleo, gás natural, energia ou biocombustíveis) e desenvolveram um tema para estudo (PLANOS DE ESTUDO POR GRUPOS IFAL, 2016). A Figura 1 esquematiza a seleção dos alunos.

**Figura 1.** Esquematização da Seleção dos Alunos



Os orientadores de cada grupo de pesquisa, junto com seus alunos bolsistas, desenvolveram um plano de estudo no setor escolhido. O Grupo de pesquisa “Produção de Bioetanol de Segunda Geração a Partir da Biomassa” foi composto por cinco alunos mais um orientador. Como infere-se pelo título/tema do grupo, o setor escolhido para estudos e pesquisa foi o de biocombustíveis. A Tabela 1 mostra

a composição do grupo 2 PLANOS DE ESTUDO POR GRUPOS IFAL, 2016).

**Tabela 1.** Composição do grupo de pesquisa “Produção de Bioetanol de Segunda Geração a Partir da Biomassa”.

| Alunos do Curso Técnico em Química Integrado | Ano Letivo no Início da Bolsa (2013)          | Ano Letivo na Conclusão da Bolsa (2015) |
|--|---|---|
| Ana Paula Gomes da Silva                     | 2º Ano  | 4º Ano                                  |
| Carlos Antônio de Arroxelas Silva            | 2º Ano  | 4º Ano                                  |
| Igor Daniel da Silva Lima                    | 2º Ano  | 4º Ano                                  |
| Joyce Euclides Lima                          | 2º Ano  | 4º Ano                                  |
| Marília Gabriela Vieira Reis                 | 2º Ano  | 4º Ano                                  |
| <b>Orientador (a):</b>                       | <b>Dr<sup>a</sup>. Cecília Dantas Vicente</b> |   |

Conforme exigências da instituição de ensino, cada aluno do grupo ficou responsável por estudar/pesquisar um subtema relacionado ao tema geral. A Tabela 2 dispõe o tema geral e subtemas desenvolvidos por cada aluno junto ao orientador do grupo PLANOS DE ESTUDO POR GRUPOS IFAL, 2016).

**Tabela 2.** Tema geral e subtemas individuais dos alunos bolsistas.

| Aluno                             | Tema e Subtema  |
|-----------------------------------|---|
| Ana Paula Gomes da Silva          | Produção de Bioetanol de Segunda Geração a Partir da Biomassa: Estudo do Pré-Tratamento com Explosão a Vapor, Alcalino, Ácido, com ALS (Água Sobreaquecida) e AFEX (Explosão de Fibras Com Amoníaco) da Biomassa de Cana-de-Açúcar. |
| Carlos Antônio de Arroxelas Silva | Produção de Bioetanol de Segunda Geração a Partir da Biomassa: Estudo do Rendimento da Hidrólise Ácida e Enzimática da Biomassa de Laranja.   |
| Igor Daniel da Silva Lima         | Produção de Bioetanol de Segunda Geração a Partir da Biomassa: Estudo do Pré-Tratamento com Explosão a Vapor, Alcalino, Ácido, com ALS (Água Sobreaquecida) e AFEX (Explosão de Fibras Com Amoníaco) da Biomassa de Maracujá.       |
| Joyce Euclides Lima               | Produção de Bioetanol de Segunda Geração a Partir da Biomassa: Estudo do Rendimento da Hidrólise Ácida e Enzimática da Biomassa de Maracujá.  |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Marília Gabriela Vieira Reis | Produção de Bioetanol de Segunda Geração a Partir da Biomassa: Estudo do Pré-Tratamento com Explosão a Vapor, Alcalino, Ácido, com ALS (Água Sobreaquecida) e AFEX (Explosão de Fibras Com Amoníaco) da Biomassa de Laranja. |
|------------------------------|--|

Outro mecanismo exigido pelo Programa, foi a apresentação de relatórios individuais pelos alunos bolsistas e um mínimo de disponibilidade de dez horas semanais (MANUAL DO USUÁRIO NÍVEL TÉCNICO PFRH, 2011). A Tabela 3 mostra quais relatórios foram/são requisitados e suas periodicidades.

**Tabela 3.** Tipos de Relatórios e suas Periodicidades.

| <b>Tipo de Relatório</b>                  | <b>Periodicidade</b>   |
|---|--|
| Relatório Semestral do Bolsista           | A cada seis meses do início ao fim da vigência da bolsa                                    |
| Relatório Final do Bolsista               | Até 90 (noventa) dias após o término de curso  |
| Relatório Anual do Bolsista Pós-Formatura | Em 12 (doze), 24 (vinte e quatro) e 36 (trinta e seis) meses após a data de sua formatura. |

Além disso, é concedida uma bolsa financeira aos alunos bolsistas (EDITAL INTERNO N° 01/2013 IFAL, 2013) e ao orientador (RESOLUÇÃO N°37/CS-IFAL, 2013). A Tabela 4 mostra os valores correspondentes.

**Tabela 4.** Valores em reais das bolsas concedidas.

| <b>Tipo de Bolsa Financeira</b> | <b>Valor (reais)</b> |
|---------------------------------|----------------------|
| Alunos Bolsista                 | R\$ 350,00           |
| Orientador                      | R\$ 400,00           |

Por fim, foram feitas feiras científicas anuais (em 2014 e 2015) a fim de mostrar os resultados e conhecimentos obtidos durante a vigência da bolsa (MANUAL DO USUÁRIO NÍVEL TÉCNICO PFRH, 2011).

## 2.2 METODOLOGIA TEÓRICA

Ao desenvolver o plano de estudo, elaborou-se um projeto de iniciação científica alicerçado em artigos científicos, dissertações de mestrados, teses de doutorados e em procedimentos físico-químicos e analíticos consistentes. Ao todo, o plano de estudo é composto por dez itens (FORMULÁRIOS IFAL, 2016), os quais estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Os Dez Itens Componentes do Plano de Estudo.

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>PLANO DE ESTUDO</b> | <b>1-IDENTIFICAÇÃO DA INSTITUIÇÃO E DO GRUPO DE PESQUISA</b> |
|                        | <b>2-TÍTULO DO TRABALHO</b>                                  |
|                        | <b>3-INTRODUÇÃO/OBJETIVO</b>                                 |
|                        | <b>4-RELEVÂNCIA DO PROJETO</b>                               |
|                        | <b>5-METODOLOGIA</b>   |
|                        | <b>6-ETAPAS/ATIVIDADES</b>                                   |
|                        | <b>7-CRONOGRAMA DE ATIVIDADES</b>                            |
|                        | <b>8-EVENTOS QUE SE PRETENDE PARTICIPAR</b>                  |
|                        | <b>9-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                          |
|                        | <b>10-OBSERVAÇÕES ADICIONAIS</b>                             |

Na realização do levantamento bibliográfico traçou-se com mais exatidão cada etapa fundamental da cadeia produtiva do bioetanol de segunda geração, adaptando os processos à realidade laboratorial a ser utilizada pelo grupo de pesquisa e identificando os materiais e reagentes necessários aos experimentos. A Figura 2 a seguir esquematiza os processos estudados e aplicados da cadeia produtiva.

**Figura 2.** Cadeia Produtiva do Bioetanol de Segunda Geração em Laboratório.



### 2.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Os planos de estudos entraram em vigor em agosto de 2013, sendo desenvolvido primeiramente no Laboratório de Microbiologia e posteriormente no Laboratório de Engenharia Bioquímica do Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió, situado no Bloco de Química. A Tabela 6 explana os métodos aplicados experimentalmente.

**Tabela 6.** Procedimentos Laboratoriais Aplicados.

| PROCESSOS LABORATORIAIS | EXPLANAÇÃO PRÁTICA                                      |
|-------------------------|---|
| 1. Preparo da Biomassa  | Higienização da Biomassa, Trituração e Teste de Umidade |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 2. | Pré-Tratamento                              | Foi testado diferentes tipos de pré-tratamentos que visam a liberação dos açúcares fermentescíveis: explosão a vapor, ácido, alcalino, ácido seguido de alcalino, hidrotérmico, explosão de fibras com amoníaco (AFEX) e organosolv. |
| 3. | Análise de Açúcares Redutores Totais (ART). | Quantificação de ART.  |
| 4. | Hidrólise Ácida                             | Redução dos polissacarídeos de açúcares em monossacarídeos.  |
| 5. | Fermentação Alcoólica                       | Fermentação dos açúcares fermentescíveis com o microrganismo <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> .   |
| 6. | Destilação                                  | Separação dos componentes por meio do ponto de ebulição.   |

Conforme evidenciado pelos subtemas dos alunos bolsistas, o foco do grupo de pesquisa “Produção de Bioetanol de Segunda Geração a Partir da Biomassa” foi nas etapas de pré-tratamento e hidrólise das biomassas de cana-de-açúcar, laranja e maracujá, devido que tais etapas influenciam diretamente os rendimentos posteriores.

#### 2.4 PRÉ-TRATAMENTO

O pré-tratamento visa à desorganização da estrutura bioquímica da biomassa, aumentando assim a porosidade do material e a área superficial e tornando o procedimento seguinte de hidrólise mais eficiente, tendo em vista que aumenta o teor de açúcares fermentáveis (GOIS, 2014).

Os principais tipos de pré-tratamentos aplicados e pesquisados foram: explosão a vapor, ácido, alcalino, ácido-alcalino, hidrotérmico, organosolv e explosão de fibras com amoníaco (AFEX). O pré-tratamento a explosão a vapor ocorre por meio da sujeição da biomassa à vapor pressurizado; o pré-tratamento ácido emprega-se ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) ou ácido clorídrico (HCl); o pré-tratamento alcalino utiliza-se hidróxido de sódio (NaOH); o pré-tratamento ácido-alcalino aplica-se primeiramente o ácido e posteriormente a base; no hidrotérmico usa-se apenas água destilada; no organosolv emprega-se uma mistura de ácido mais um solvente orgânico, como o álcool etílico; e no explosão a fibras utiliza-se amoníaco (QUILHÓ, 2011). Neste trabalho, os pré-tratamentos foram efetuados em reator autoclave a 121°C, 1 atm, durante 30 minutos.

#### 2.5 HIDRÓLISE

Após o processo de pré-tratamento, aplicam-se hidrólises as quais podem ser enzimáticas, com a celulase e  $\beta$ -glucosidases, ou ácidas, com ácido sulfúrico em concentrações variadas, obtendo-se açúcares fermentáveis (glicose, hexoses, pentoses, entre outros) (QUILHÓ, 2011). Laboratorialmente, a equipe apenas aplicou hidrólises ácidas também em reator autoclave em diferentes concentrações.

## 2.6 DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES TOTAIS E FABRICAÇÃO DE CURVA PADRÃO DE GLICOSE

Outro foco do grupo foram as análises analíticas, como a determinação de ART. Os açúcares redutores totais obtidos por meio da hidrólise ou dos pré-tratamentos foram determinados pelo método de Somogyi-Nelson o qual se baseia nas propriedades redutoras dos açúcares, pela reação da hidroxila hemiacetalica dos monossacarídeos tendo uma faixa de determinação entre 25 e 500 mg/L (MALDONADE, 2013). A fim de terminar a concentração de glicose nas amostras, foi produzida uma curva padrão a 500 mg/L conforme o protocolo para determinação de açúcares redutores pelo método de Somogyi-Nelson segundo Maldonade 2013. Para o tal, foram realizadas diluições visando o preparo dos padrões os quais estão representadas na Figura 3. As alíquotas foram analisadas em espectrofotômetro digital de luz visível HACH DR5000 em um comprimento de onda igual a 520nm.

**Figura 3.** Preparação das diluições da solução padrão de glicose a 500 mg/L

| Concentração de glicose (mg/L) | Volume de solução padrão de glicose (mL) | Volume de água destilada (mL) |
|--------------------------------|--|-------------------------------|
| 50,0                           | 1,0                                      | 9,0                           |
| 100,0                          | 2,0                                      | 8,0                           |
| 150,0                          | 3,0                                      | 7,0                           |
| 200,0                          | 4,0                                      | 6,0                           |
| 250,0                          | 5,0                                      | 5,0                           |
| 300,0                          | 6,0                                      | 4,0                           |
| 350,0                          | 7,0                                      | 3,0                           |
| 400,0                          | 8,0                                      | 2,0                           |
| 450,0                          | 9,0                                      | 1,0                           |
| 500,00                         | 10,0                                     | 0,0                           |

Fonte: Maldonade 2013

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 RESULTADOS PFRH



Mediante a realização do Programa de Formação de Recursos Humanos, verificou-se que houve um efetivo auxílio na formação dos alunos bolsistas como profissionais Técnicos em Química Industrial com uma sólida base mais consistente, humanista, científica e tecnológica capaz de promover o controle de qualidade consciente e crítico, das matérias primas, produtos finais e intermediários no processamento laboratorial e industrial, averiguando-se as tendências e potencialidades tecnológicas da região e do país, procurando responder às demandas dos setores produtivos e pautando-se na perspectiva do desenvolvimento sustentável com responsabilidade social.

Enfatiza-se também que por meio do programa houve a complementação da formação acadêmica dos alunos bolsistas por meio do contínuo contato laboratorial, bem como na capacidade de aplicação de métodos de interpretação estatística de dados, elaboração de mecanismos, metodologias e análises analíticas e na aplicação de métodos de busca de artigos científicos, métodos de estudo teórico e prático de um determinado tema relacionado à pesquisa científica e à área profissional.

Os integrantes do grupo de pesquisa “Produção de Bioetanol de Segunda Geração a Partir da Biomassa” apresentaram os trabalhos desenvolvidos, com auxílio financeiro do Instituto Federal de Alagoas, em diversos eventos acadêmicos nacionais, regionais e locais, tais quais os relacionados na Tabela 7.

**Tabela 7.** Participações e apresentações de trabalhos acadêmicos em eventos.

| EVENTOS ACADÊMICOS  | ANO (S)     |
|---|-------------|
| <b>II Congresso Acadêmico Integrado de Inovação e Tecnologia – CAIITE</b> | 2015        |
| <b>IX Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação – CONNEPI</b>       | 2014        |
| <b>7º e 8º Encontro Nacional de Tecnologia Química – ENTEQUI</b>          | 2014 e 2015 |
| <b>1º e 2º Feira de Ciências do convênio IFS-Petrobrás</b>                | 2014 e 2015 |
| <b>12º e 13º Simpósio Brasileiro de Educação Química – SIMPEQUI</b>       | 2014 e 2015 |

### 3.2 PRÉ-TRATAMENTOS E HIDRÓLISES

Tal como referido anteriormente, o objetivo do pré-tratamento é o de alterar, ou remover, os impedimentos à hidrólise dos materiais lignocelulósicos. Desse modo, o mecanismo fundamental de avaliação da sua eficácia aplicado é o de quantificar o grau de produção de açúcares simples após a hidrólise. Outro ponto a ressaltar, é a avaliação da eficiência dos pré-tratamentos como consta na literatura. A Tabela 8 apresentam suas

principais vantagens e desvantagens segundo QUILHÓ 2011 e OLIVEIRA 2012.

**Tabela 8.** Vantagens e Desvantagens dos Processos de Pré-Tratamentos

| <b>Processo de Pré-Tratamento</b>    | <b>Vantagem</b>  | <b>Desvantagem</b>  |
|--------------------------------------|--|---|
| <b>Explosão a Vapor</b>              | Altera a lenhina e solubiliza a hemicelulose; custo acessível; alto rendimento de glicose e hemicelulose.                  | Origina produtos tóxicos; Degradação parcial da hemicelulose.                             |
| <b>AFEX</b>                          | Aumenta a área de superfície acessível; elevada taxa de recuperação de pentoses; Baixa formação de inibidores.             | Não é eficiente para materiais com elevados teores de lenhina; elevado custo do amoníaco. |
| <b>Pré-tratamento ácido</b>          | Tempos de reação rápidos; dissolve a totalidade de hemicelulose.   | Requisitos e custos de equipamentos elevados.   |
| <b>Pré-tratamento Alcalino</b>       | Remove a hemicelulose e a lenhina; aumenta a área de superfície acessível.   | Necessita de maiores tempos de residência.  |
| <b>Pré-tratamento Hidrotérmico</b>   | Aumenta a área de superfície acessível; solubiliza grande parte da fração hemicelulósica sem afetar a celulose e a lignina | Pode requerer maiores condições de temperatura.   |
| <b>Pré-tratamento Organosolv</b>     | Aumenta a área de superfície acessível; solubiliza grande parte da fração hemicelulósica                                   | Requisitos, custos de equipamentos e recuperação elevados.                                |
| <b>Pré-tratamento Ácido-Alcalino</b> | Dissolve a totalidade de hemicelulose; aumenta eficazmente a área superficial e porosidade; remove a lignina.              | Requisitos e custos de equipamentos elevados; necessita de maiores tempos de processo.    |

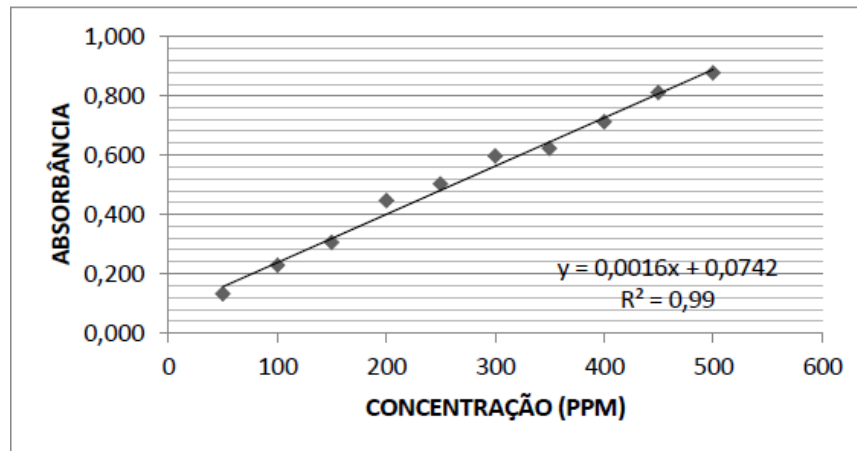
Após o processo de pré-tratamento, os polímeros de glúcidos, presentes nos materiais lignocelulósicos, precisam ser convertidos em açúcares simples, antes do processo de fermentação, mediante hidrólise. A hidrólise provoca a quebra das ligações de hidrogênio, e glicosídicas, nas frações de hemicelulose e de celulose, reduzindo-as aos seus açúcares constituintes: pentoses e hexoses. Tais açúcares podem depois ser fermentados em bioetanol (QUILHÓ, 2011).

### 3.3 DETERMINAÇÃO DOS AÇÚCARES REDUTORES TOTAIS E CURVA PADRÃO

A análise dos açúcares redutores totais (ART) se deram por meio da técnica analítica de espectrofotometria e na aplicação do método de Somogyi-Nelson que tem princípio químico baseado na redução de  $\text{Cu}^{++}$  a  $\text{Cu}^{+}$  pelo açúcar redutor com formação  $\text{Cu}_2\text{O}$ , que reduz o arsenomolibdato e produz um composto de coloração azul (MALDONADE, 2013). Aferindo a absorbância das alíquotas pré-tratadas ou hidrolisadas, determinou-se o ART por

meio de uma equação obtida por meio de uma curva padrão (Figura 4) de glicose feita.

**Figura 4.** Curva Padrão de Glicose e sua Equação



Através da quantificação de açúcares, foi possível inferir qual pré-tratamento seguido de hidrólise foram mais eficientes. Desse modo, em todas as biomassas, os pré-tratamentos com maiores rendimentos após hidrólise ácida foram o organosolv, alcalino e hidrotérmico.

#### 4. CONCLUSÃO

Em síntese, ressalta-se a importância de investimentos na formação acadêmica de alunos do ensino técnico integrado ao ensino médio, visto que permite ao aluno maior contato com sua área de atuação, bem como qualificação profissional mais consistente, fomentando assim melhor assimilação dos conhecimentos obtidos durante o decorrer do curso e maior segurança no exercício da profissão. Ademais, enfatiza-se também a capacidade indispensável do programa em fazer futuros profissionais competentes, uma vez que exige dedicação, responsabilidade, organização e a busca contínua pelo aperfeiçoamento tanto do conhecimento como da técnica. O contato com profissionais de formações acadêmicas diversificadas favoreceu o fluxo de novos conhecimentos e informações da área científica e industrial, contribuindo, desse modo, para o desenvolvimento do indivíduo como um todo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALAGOAS – IFAL. Edital Interno Nº 01/2013. Disponível em: <http://www2.ifal.edu.br/aluno/programas/petrobras/editais/EDITAL%20DE%20SELECAO%20DOS%20BOLSISTAS.pdf/view> Acesso em: 03 de maio de 2016.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALAGOAS – IFAL. Planos de Estudo Por Grupos. Disponível em: <<http://www2.ifal.edu.br/aluno/programas/petrobras/planos-de-estudo/campus-maceio>>

Acesso em: 03 de maio de 2016.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALAGOAS – IFAL. Resolução Nº37/CS. Disponível em: <<http://www2.ifal.edu.br/aluno/programas/petrobras/resolucoes-portarias/resolucao-cs-37-2013/view>> Acesso em: 03 de maio de 2016.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALAGOAS – IFAL. Formulários. Disponível em <[http://www2.ifal.edu.br/aluno/programas/petrobras/formularios/Formulario%20-%20Plano%20de%20Estudo%20-%20Tecnico.doc/at\\_download/file](http://www2.ifal.edu.br/aluno/programas/petrobras/formularios/Formulario%20-%20Plano%20de%20Estudo%20-%20Tecnico.doc/at_download/file)> Acesso em: 03 de maio de 2016.

GOIS, G. N. S. B. **Avaliação do Pré-Tratamento do Albedo da Laranja Lima Visando a Obtenção de Etanol 2G**. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014.

MALDONADE, I. R., CARVALHO, P.G.B.; *et al.* **Protocolo para determinação de açúcares redutores pelo método de Somogyi-Nelson**. Comunicado Técnico, ISSN 1414.9850, Março de 2013.

OLIVEIRA, L. R. M. **Estudo de Alternativas de Pré-Tratamento e Hidrólise do Bagaço e Palha de Cana-de-Açúcar para Obtenção de Etanol a Partir de Celulose**. Universidade de São Paulo. Lorena, 2012.

PROGRAMA PETROBRAS DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS (PFRH). *Manual Geral PFRH*. 29 de abril de 2011. 30 p..

PETROBRAS DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS (PFRH). *Manual do Usuário Nível Técnico – Parte I Informações para Bolsista Aluno PFRH*. 04 de fevereiro de 2011. 11 p..

QUILHÓ L.F.T.L. **Produção de Bioetanol a partir de Materiais Lenho-celulósicos de Sorgo Sacarino: Revisão Bibliográfica**. 2011. 88f. Dissertação (Mestre em Energia e Bioenergia). Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa. Setembro de 2011.