

CARACTERIZAÇÃO DO CAPIM *ANDROPOGON GAYANUS KUNTH*, VISANDO PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS NA REGIÃO NORTE DO BRASIL.

Argemiro Lima Pedrosa¹, Marcelo Mendes Pedroza², Cindy Pereira Cardoso³ e Sara Maria Soares Negre⁴

¹Licenciatura em Ciências Química e Bacharelado em Ciências Química pela Faculdade de Ciências e Letras de São B. do Campo –SP - IFTO, e-mail: pedrosa@ifto.edu.br

²Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte- IFTO, e-mail: mendes@ifto.edu.br

³Aluna voluntária do 2º. Ano do Curso de Meio Ambiente do IFTO – Campus Porto Nacional. e-mail: cindypc1235@gmail.com

⁴Aluna voluntária do 2º. Ano do Curso de Meio Ambiente do IFTO – Campus Porto Nacional. e-mail: sarinha.gata01@gmail.com

Resumo: A cultivar planaltina, da espécie *Andropogon Gayanus Kunth*, o qual é encontrado em todo o estado do Tocantins, foi introduzido no Brasil, na região dos cerrados, no ano de 1980, recebendo no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, com o nome de capim-andropógon, cultivar Planaltina. As análises imediatas: umidade, cinzas, material volátil e carbono fixo, foram realizadas no laboratório do Larsen – IFTO/Campus Palmas. Bem como, o processo de pirólise de briquete desta biomassa. Para a obtenção de seus resultados, foram usados 3 (três) cadinhos, onde pesou-se cada um (P0) e após, pesou-se 1,0g da amostra (C) em cada, e os cadinhos ficaram na estufa a 105°C por 1 hora. Depois foram pesados (P1), para determinar o teor de umidade, =7, 49%. Depois esses três cadinhos foram levados para uma Mufla a 920°C por um período de 20min., e depois pesados novamente (P2) para obter o teor de material volátil = 87,49% e o teor de cinzas = 4,52%. Já o teor de carbono fixo = 0,5% representa a massa restante após a liberação de compostos voláteis, excluindo as cinzas e teores de umidade. O resultado do processo de pirólise do briquete desta amostra nas condições de operação: temperatura a 400°C, vazão do gás a 3 mL/min., taxa de aquecimento 10°C/min. e tempo de 30 min., apresentou como resultado de rendimento do carvão igual a 35,80% e do bio-óleo de 20,08%. Resultados estes obtidos, coerentes com os resultados de revisões bibliográficas. Quando se analisa um combustível, o principal critério a ser levado em conta, é o poder calorífico, e este sofre influência direta com o aumento do teor de umidade. Quanto menor o teor de cinzas melhor será esta biomassa para a produção de biocombustíveis e suas outras aplicações. Sabemos que o material volátil está diretamente relacionado a ignição.

PALAVRAS-CHAVE: Biomassa do capim *Andropogon*, produção de briquetes, análises imediatas, produção de bio-óleo e carvão.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com BRIDGWATER, A.V., PEACOCKE, C. (2001), a biomassa lignocelulósica, é uma mistura complexa de polímeros naturais de carboidratos conhecidos como celulose, hemicelulose, além de lignina e pequenas quantidades de outras substâncias, como extrativos e cinzas. A composição da biomassa apresenta um papel importante na distribuição dos produtos de pirólise. Cada material exibe uma característica particular quando é pirolisado devido à proporção dos componentes que o constituem.

GOLDEMBERG & LUCON (2007), ressaltam que, o Brasil, utilizando tecnologias de produção de biomassa energética tem se destacado no cenário mundial pela alta demanda do setor industrial em desenvolvimento face às fontes esgotáveis de energia originada do petróleo. Além disso, destacam-se quanto a produção do etanol a partir da cana-de-açúcar, o carvão vegetal oriundo de plantações de eucaliptos, a cogeração de eletricidade do bagaço da cana, o uso da biomassa em indústria de papel e celulose, resíduos de árvores e etanol de segunda geração estabelecendo uma competição comercial com o petróleo, de modo mais limpo, renovável e geradora de empregos.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL – CIAT. (1975), em 1973, o Dr. Belá Grof, pesquisador deste órgão, introduziu na Colômbia um ecótipo do *Andropogon gayanus* var. *bisquamutatus* (subsequentemente chamado de CIAT 621), proveniente de Shika, Nigéria. E que esse mesmo ecótipo, que teve excelente adaptação nos solos de baixa fertilidade dos Llanos da Colômbia, foi posteriormente introduzido no Brasil, recebendo no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), o número de introdução CPAC 3082. Em 1980, após três anos de pesquisas, esta espécie foi indicada para a região dos cerrados, recebendo o nome de capim andropogon, cultivar Planaltina.

Em conformidade, a EMBRAPA CERRADOS (2009), afirma que a cultivar Planaltina, da espécie *Andropogon gayanus*, foi o primeiro cultivar de forrageira tropical lançada em 1980. Acrescenta que esta cultivar se destaca pela sua alta resistência a cigarrinhas das pastagens e também por apresentar excelente adaptação às condições restritivas de solo e clima. Além disso, a cultivar Planaltina tem como características: adaptação a solos arenosos ou com cascalho, ácido e de baixa fertilidade natural; a pidez na rebrotação no início das chuvas e tolerância ao fogo.

Para STREZOV et. Al., (2008), a cultivar planaltina, da espécie *Andropogon gayanus*, por ser uma espécie de rápido crescimento e de elevada produção de biomassa vegetal, apresenta um alto potencial para uso como fonte alternativa de energia. Além disso, deve-se destacar que o capim andropogon é altamente eficiente na fixação de gás carbônico e pode ser convertido em bio-óleo, biogás e carvão através do processo termoquímico de pirólise.

Segundo MALDONADO et al. (1997), as características químicas do capim andropogon “Planaltina”, são apresentadas conforme os seguintes constituintes e suas abreviações: matéria orgânica (MO), Potencial Hidrogeniônico (pH), teor de fósforo (P), teor de potássio(K), teor de cálcio(Ca), teor de magnésio(Mg), teor de sódio(Na), teor de alumínio(Al), teor de hidrogênio associado a alumínio(H + Al), teor de CTC, teor de vanádio(V) e percentual de saturação por alumínio. Valores esses apresentados quadro 1, no item resultados desta pesquisa.

De acordo com VELLOSO (1985), as análises bromatológicas do capim andropogon vr. Planaltina, na forma in natura, estão apresentadas quanto a sua composição percentual média, conforme os seguintes constituintes e suas abreviações: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HC), lignina (LIG) e matéria mineral (MM). Valores esses apresentados quadro 2, no item resultados desta pesquisa.

Segundo PEDROZA (2011), a pirólise é um processo endotérmico que consiste em aquecer a biomassa (normalmente entre 300°C e 600°C), na “quase-ausência” de ar, com a formação de vapores, que ao serem resfriados, produzem um líquido que é normalmente indicado como bio-óleo, finos de carvão e gases pirolíticos não condensáveis, que podem ser usados para gerar calor e energia

para o processo em si, ou para o mercado local.

Diante das considerações elencadas acima, o objetivo deste estudo de caráter experimental, e caracterizar a biomassa lignocelulósica quanto aos parâmetros físico-químico e quimicamente, com fins de obter produtos por meio do processo de pirólise. Sendo assim, neste contexto, destacando o processo de pirólise como uma importante alternativa para o aproveitamento deste tipo de biomassa que há em abundância no estado do Tocantins, para obtenção de energia renovável, agregação de valor e substituição de petroquímicos, além da minimização dos impactos ambientais gerados pela queimada desta biomassa, ano após ano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e preparo da mostra de capim *Andropogon Gayanus Kunth*, cultivar Planaltina.

O material apresentado em estudo neste trabalho é a biomassa cultivar Planaltina, da espécie *Andropogon gayanus Kunth*. (Figura 1.a). A mesma foi coletada in natura, no entorno de Palmas, capital do Estado do Tocantins. Conduzido em um saco de plástico para o laboratório LARSEN, que fica nas dependências do IFTO – Campus de Palmas. Para a obtenção da fibra, o capim foi triturado em um moinho com facas, e após, submetido a secagem a temperatura ambiente em uma lona, por um período de cinco dias, nas dependências do laboratório. (figura 1: b e c). Para aceleração da secagem do material obtido, este foi submetido a temperatura de 40 ° C por um período de 24 horas em uma estufa de marca Thoth, modelo Th-520- 150.



Figura 1 – a) coleta do capim, sendo cortado no entorno de palmas ; b) capim cortado no moinho com facas, secando a temperatura ambiente; c) capim em pó, triturado no liquidificador.

Da biomassa do capim andropogon, seco e em pó, realizou-se a análise da densidade aparente. E após, os testes de análises imediatas como: umidade, teor de cinzas e do teor de material volátil para obtenção do teor de carbono fixo desta biomassa,. Todas estas análises foram realizadas segundo a metodologia de Sánchez et al.(2009).

2.2 Teor da densidade aparente

Após a obtenção do material seco e triturado em um liquidificador para virar pó, acoplou-se uma proveta de 100mL em uma balança semi-analítica (figura 2), tarou-se a balança e adicionou-se 20mL da biomassa de capim andropogon in natura na forma de pó e anotou o seu peso, em gramas. Após tarou a balança novamente e adicionou-se biomassa até o volume de 40mL, pesou e anotou esse peso. E assim sucessivamente até obter as adições de volumes de 20mL, 40mL, 60mL, 80mL e 100mL. Calculou-se a densidade pela média entre os valores das cinco pesagens, e o após, o desvio

padrão. Valor encontrado: $(0,112 + 0,126 + 0,128 + 0,128 + 0,129) / 5 = 0,1246\text{g/mL}$.



Figura 2 – Pesando a biomassa a cada 20mL da amostra, para determinar a densidade aparente.

2.3 Teor de umidade da biomassa do capim andropogon

Para a determinação do teor de umidade, o capim foi coletado/cortado in loco, conforme está descrito no item 2.1 acima (coleta e preparo da amostra). Após ter decorrido todo o período da secagem do capim, pegou-se três cadinhos de porcelanas (P0), os quais foram lavados e secados na estufa a 105°C por um período de 1 hora. Depois de esfriá-los no dessecador, tomou-se o peso de cada um. Após pesou-se a quantidade de 1,0 g de biomassa para cada cadinho (C), e foram levados para a estufa a 105°C e deixados lá por um período de 1 hora. Após esse tempo, os mesmos foram esfriados no dessecador e pesados um a um (P1). A Figura 2, apresenta a foto dos três cadinhos em uma placa de petre, depois da pesagem P1.

Umidade = $[((P0 + C) - P1) / C] \cdot 100\%$

Eq. 1



Figura 3 – Três cadinhos com 1,0g cada, da biomassa do capim, dentro de uma placa de Petri.

2.4 Teor de Material Volátil

Para a determinação do teor de material volátil, primeiro procedeu-se com o procedimento para se determinar o teor de umidade. pegou-se três cadinhos de porcelanas, os quais foram lavados e secados na estufa a 105°C por um período de 1 hora. Depois de esfriá-los no dessecador, tomou-se o peso de cada cadinho (P0). Após pesou-se a quantidade de 1,0 g de biomassa para cada cadinho (C), e foram levados para a Mufla a 920°C e deixados lá por um período de 20 minutos. Após decorrido esse tempo, e só depois de esfriado a Mufla, os cadinhos foram colocados em um dessecador e deixados lá, por um período de 30 minutos. Depois foram pesados um a um (P2). A Figura 4: a e b, apresenta as fotos dos três cadinhos em uma placa de petre, depois da pesagem P2, com as cinzas.

Material Volátil = $[((P1 - P2) / C) \cdot 100\%$

Eq. 2



Figura 4 – a) Três cadinhos com 1,0g cada, da biomassa do capim; b) P2, cadinhos após ter passado pela mufla, na forma de cinzas.

2.5 Teor de Cinzas

Para a determinação do teor de cinzas, pegou-se três cadinhos de porcelanas, os quais foram lavados e secados na estufa a 105°C por um período de 1 hora. Depois de esfriá-los no dessecador, tomou-se o peso de cada cadinho (P0). Após pesou-se a quantidade de 1,0 g de biomassa para cada cadinho (C), e foram levados para a Mufla a 920°C e deixados lá por um período de 20 minutos. Após decorrido esse tempo, e só depois de esfriado a Mufla, os cadinhos foram colocados em um dessecador e deixados lá, por um período de 30 minutos. Depois foram pesados um a um (P1). A Figura 5, apresenta as fotos dos três cadinhos em uma placa de petre, depois da pesagem P2, com as cinzas.

$$\text{Material Volátil} = [(P1 - P0)] \cdot 100\%$$

Eq. 3



Figura 5 – Três cadinhos com 1,0g cada da biomassa do capim.

2.6 Teor de Carbono fixo

Para a determinação do teor de carbono fixo, apenas faz-se a soma entre o valor do teor da umidade pelo valor do teor de carbono fixo.

2.7. Etapas do Processo de pirólise

2.7.1 Elaboração de briquetes da Biomassa do capim andropogon, seco e em pó

Os Briquetes de capim andropogon, foram produzidos a partir de uma massa pesada de capim andropogon seca e na forma de pó, pesado em uma balança de precisão usando a biomassa no volume de 500mL em um béquer de 600mL, correspondendo este volume a 64,74 g. de biomassa. Adicionou-se a essa biomassa pesada, 100mL de água destilada para hidratação e deixou-se em repouso por 2 horas. E nesse intervalo de tempo, por quatro vezes a cada ½ hora, fazia-se o revolvimento dessa biomassa para homogeneizar e adquirir liga. E para obtenção do formato dos briquetes, a biomassa hidratada foi prensada dentro de um cano de 20cm de comprimento x 32

mm de diâmetro. Os briquetes obtidos foram secos em uma estufa a 40°C por 24 horas. A figura 6, apresenta o formato dos briquetes obtidos e que foram usados no processo de pirólise.

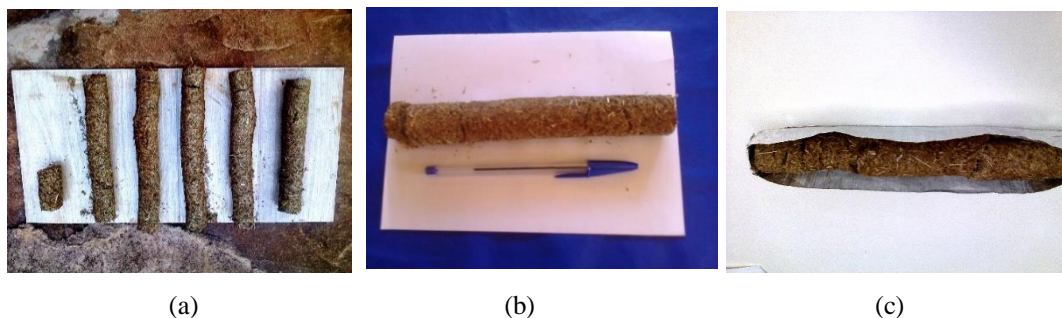


Figura 6: a) Preparo dos briquetes e sua secagem ao sol; b) comparação do tamanho do briquete com o tamanho de uma caneta; c) amostra do briquete dentro de uma barca de alumínio de latinha de Cerveja.
Fonte: o Autor

2.7.2 Pirólise da biomassa de capim andropogon realizada em reator de leito fixo

A biomassa foi introduzida no tubo do reator na forma de briquete. A conversão foi efetuada em um reator de leito fixo bipartido de aço inox, de 100 cm de comprimento e diâmetro externo de 10 cm de marca FLYEVER do modelo FE50RPN, linha 05/50 com microcontrolador acoplado em um forno tubular 1200°C, 1 zona. O reator foi aquecido por forno bipartido reclinável na temperatura de 400°C. O tempo de residência da biomassa no reator foi de 30 minutos. O reator será operado em regime de batelada, sendo o nitrogênio o gás de arraste. Conforme pode ser verificada na figura 7: a, b e c.

O reator de pirólise acoplado a um termopar foi inicialmente aquecido a uma temperatura de forno de 200°C. Quando o termopar acusou a temperatura de 130°C na parte interna do tubo de pirólise, elevou-se a temperatura do aparelho de acordo com as condições de operação do processo de pirólise 400°C. O tempo de pirólise para esta amostra foi de 30 minutos e a vazão do gás de arraste, foi de 1 ml/min., de acordo com o planejamento experimental.

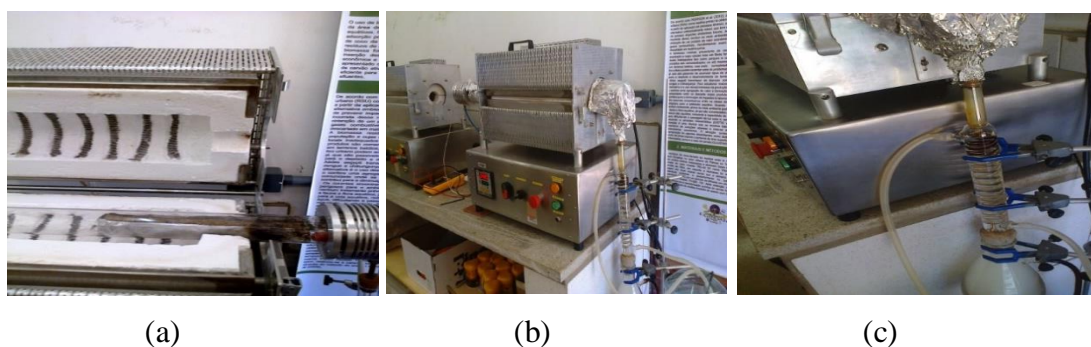


Figura 7: a) Introdução da amostra dentro do tubo do reator; b) Fechamento do reator e operação da pirólise; c) Obtenção do Bio-óleo por condensação dos gases.
Fonte: o Autor.

Para fins de balanço de massa, após a reação e o resfriamento da unidade de pirólise, todos os produtos do processo (líquido e sólido) foram coletados e pesados. O material sólido será recuperado diretamente do reator e os líquidos pirolíticos estão sendo coletados após o sistema de condensação dos vapores em funil de separação de fases. Calculou-se o rendimento do carvão, do líquido obtido

(extrato ácido + bio-óleo) e o gás, conforme se verifica essas amostras na figura 8.

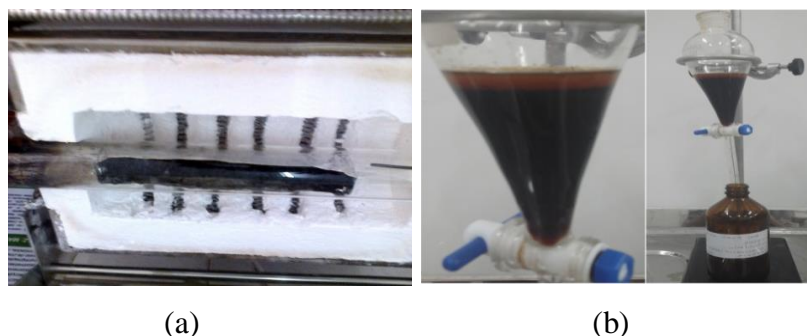


Figura 8: a) Amostra do carvão pirolisado dentro do tubo do reator; b) colocação do Bio-óleo no funil de decantação e recolhendo do mesmo em um frasco, para posterior análise Química.
 Fonte: o Autor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Após a obtenção da sua biomassa de estudo já triturada e seca, procede-se com a análise da densidade aparente da mesma. E após, realizam-se com os testes de análises imediatas: teor de umidade, teor de cinzas, teor de material volátil e teor de carbono fixo. Todas estas análises foram realizadas segundo Sánchez et al.,(2009). E os resultados das análises da biomassa do capim andropogon em estudo , estão apresentados no quadro 1, a seguir:

Quadro 1: Resultados das Análises Imediatas da Biomassa do capim andropogon, seco.

Teor de cinzas (%)	Umidade (%)	Densidade Aparente (g/mL)	Material volátil (%)	Carbono Fixo (%)
4,52	7,49	0,1246	87,49	0,5

3.1 Caracterização da Biomassa

As características químicas do capim andropogon “Planaltina”, são apresentadas conforme os seguintes constituintes e suas abreviações: matéria orgânica (MO), Potencial Hidrogeniônico (pH), teor de fósforo (P), teor de potássio(K), teor de cálcio(Ca), teor de magnésio(Mg), teor de sódio(Na), teor de alumínio(Al), teor de hidrogênio associado a alumínio(H + Al), teor de CTC, teor de vanádio(V) e percentual de saturação por alumínio.

As análises bromatológicas do capim andropogon vr. Planaltina, na forma in natura, estão apresentadas quanto a sua composição percentual média, conforme os seguintes constituintes e suas abreviações: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HC), lignina (LIG) e matéria mineral (MM).

3.2 Teor de umidade

- A amostra apresentou um teor de umidade igual a 7,49% . Valor este dentro dos parâmetros e totalmente correspondente ao recomendado quanto as condições de secagem segundo Almeida (2008), onde afirma que menos de 10% de umidade na biomassa, são os valores adequados para a transformação de biomassas em processos termoquímicos como a pirólise e a gaseificação .

A umidade é correspondente à perda, em peso, sofrida pelo produto quando é aquecido em condições na qual a água é removida. Na verdade, não é apenas água a ser removida, mas também outras substâncias voláteis nessas condições. Esta informação é importante porque, quando se analisa um combustível, o principal critério a ser levado em conta, é o poder calorífico, e este sofre influência direta com o aumento da umidade. Quanto maior o conteúdo de umidade da biomassa, menor é o seu poder de combustão, devido ao processo de evaporação da umidade, o qual absorve energia em combustão.

Para as outras análises, procedeu-se conforme as recomendações apresentadas pelos autores CHIANG *et al.*, (2000) e CHEN *et al.*, (2003), os quais recomendam a desidratação de parte da massa aquosa através de meios naturais como exposição ao sol antes mesmo da tentativa de aproveitamento dessa biomassa para geração de bio-óleo em processos pirolíticos..

3.3 Teor de material volátil

Para o material volátil, o valor encontrado foi de 87,49% . O qual está associado à presença de material orgânico, sendo lignina, celulose e hemicelulose, os principais constituintes orgânicos voláteis encontrados na biomassa.

Segundo McKendry, (2002), o teor de voláteis é a parte da biomassa que evapora como um gás por aquecimento. Sendo assim, o teor de voláteis é quantificado medindo-se a fração de massa da biomassa que volatiliza durante o processo de aquecimento de uma amostra padronizada e previamente seca, em atmosfera inerte, até temperaturas de aproximadamente 850°C. Sabemos que o material volátil está diretamente relacionado a ignição, haja visto que, quanto maior o teor de material volátil, maior será a reatividade e conseqüentemente, a ignição. Já o teor de carbono fixo (CF) representa a massa restante após a liberação de compostos voláteis, excluindo as cinzas e teores de umidade.

3.4 Teor de cinzas

O teor médio de cinzas de 4,52 %, está relacionado com a presença de substâncias minerais, como cálcio, potássio, fósforo, magnésio, ferro, sódio, entre outras existentes nesse tipo de biomassa e gera peso. Quanto menor o teor de cinzas melhor será esta biomassa para a produção de biocombustíveis e suas aplicações, esclarece Vale *et al.*,(2004). A estrutura química deste tipo de biomassa, pode estar ligada principalmente a presença de lignina, baixo teor de celulose e hemicelulose. com isto é de total interesse ter ciência do teor existente desses componentes na biomassa em estudo. E a composição química do capim andropogon, pode variar conforme a região de cultivo, o tipo de solo, a época do ano e a quantidade de chuva. Comparada com outras biomassas encontradas na literatura, também há certa diferença entre esses teores, como para a madeira, que tem 42% de celulose, 22% de hemicelulose e 31% de lignina e a casca de cevada com 39% de celulose, 12% de hemicelulose e 22% de lignina.

3.5 Densidade aparente

O valor da densidade aparente do capim andropogon in natura, seco e na forma de pó, estão representados na quadro 2 e no gráfico 1, abaixo, respectivamente.

Quadro 2: teor da densidade aparente do capim andropogon, seco e na forma de pó.

Experimento	Massa (g)	Volume (mL)	Densidade (g/mL)
1	2,233	20	0,112
2	5,023	40	0,126
3	7,706	60	0,128
4	10,220	80	0,128
5	12,917	100	0,129
Média = 0,1245 g/mL			
Desvio Padrão = 0,007316			

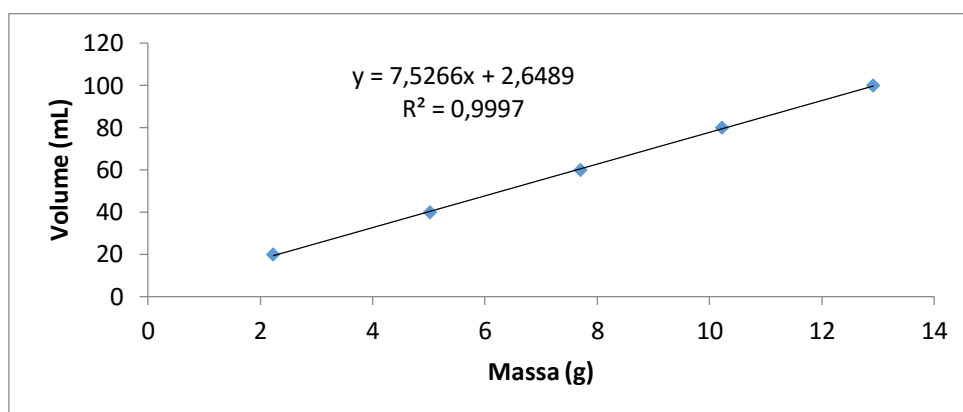


Gráfico 1: Curva da determinação do teor da densidade aparente do capim andropogon.

O valor de 0,1245 g/mL decorrente da densidade aparente do capim andropogon, apresentado na tabela 1, indica que este tipo de biomassa é bastante leve. E ao se verificar o resultado do gráfico 1, decorrente dos valores obtidos por cada sequência de medidas a cada 20mL da biomassa em estudo, demonstra que esta análise foi bem executada. Pois os seus pontos estão bem alinhados com a curva do gráfico, demonstrando um alto grau de exatidão e precisão.

2.7 Pirólise da biomassa de capim andropogon realizada em reator de leito fixo

A biomassa foi introduzida no tubo do reator na forma de pellete. A conversão foi efetuada em um reator de leito fixo bipartido de aço inox, de 100 cm de comprimento e diâmetro externo de 10 cm de marca FLYEVER do modelo FE50RPN, linha 05/50 com microcontrolador acoplado em um forno tubular 1200°C, 1 zona. O reator foi aquecido por forno bipartido reclinável em duas temperaturas (400 e 500 oC). O tempo de residência da biomassa no reator será de 30 minutos e 1 hora, respectivamente. O reator será operado em regime de batelada, sendo o nitrogênio o gás de arraste. Conforme pode ser verificado na figura 7: a, b e c. O reator de pirólise acoplado a um termopar foi inicialmente aquecido a uma temperatura de forno de 200°C. Quando o termopar acusou a temperatura de 130°C na parte interna do tubo de pirólise, elevou-se a temperatura do aparelho de acordo com as condições de 400 °C do processo, conforme o experimento. O tempo de pirólise condicionado na amostra foi de 30 minutos.

Foi verificado através do planejamento experimental, o efeito de quatro fatores no sistema de pirólise. Os 4 (quatro) fatores foram: temperatura de pirólise, vazão de gás inerte e taxa de aquecimento do reator e Tempo de pirólise. Com os resultados do planejamento experimental será

determinado o modelo estatístico para a produção de bio-óleo, carvão e gases no processo, usando o Software STATISTICA. Para fins de balanço de massa, após a reação e o resfriamento da unidade de pirólise, todos os produtos do processo (líquido e sólido) foram coletados e pesados. O material sólido será recuperado diretamente do reator e os líquidos pirolíticos estão sendo coletados após o sistema de condensação dos vapores em funil de separação de fases. Calculou-se o rendimento do carvão, do líquido obtido (extrato ácido + bio-óleo) e o gás, conforme se verifica essas amostras na figura 8, apresentada acima.

6. CONCLUSÕES

- A biomassa constituída do capim andropogon Gayanu Kunth, variedade Planaltina, apresenta-se como uma boa fonte alternativa de uso energético, pois resulta em maior produção alternativa para geração de energia, devido a grande quantidade e a abundância o qual é encontrado em todo estado do Tocantins .

De acordo com os resultados obtidos referentes as análises imediatas, fica evidenciado da necessidade de se conhecer estes parâmetros, pois, faz-se necessário e importante. Haja vista que os mesmos dão um respaldo melhor quanto a interpretação dos resultados expressos via as suas tabelas, quadros e gráficos. Além de que, dos resultados das análises físico-químicas do bio-óleo resultante do processo de pirólise, os mesmos serão melhores interpretados com mais facilidade e embasamento. E de acordo com os resultados obtidos do processo de pirólise, quanto ao rendimento do bio-óleo e do carvão, os mesmos se enquadram dentro dos parâmetros de outros tipos de biomassas.

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente, quero agradecer a Deus, por ele me dar forças, saúde e um bom ânimo para os estudos.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Tocantins/IFTO – campus Palmas, por ter cedido o espaço do laboratório LARSEN.

Ao Prof. Dr. Marcelo Mendes Pedroza, por ter cedido o seu tempo e ter tido paciência para ensinar-me todos os tipos de análises referente ao processo decorrente da pirólise.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, L.G. de & CASER, R.L. **Regionalização do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO**, 5, Brasília, DF. 1979. Cerrado: uso e manejo. Brasília, Editerra, 1980. Disponível em: <file:///C:/Users/Alixandra%20e%20Pedrosa/Downloads/16890-73250-1-SM.pdf>. Acesso em: 31 ago 2016.

BRIDGWATER, A.V., PEACOCKE, C. **Biomass Fast Pyrolysis. Presented at: Second Biomass Conference of the Americas**, Portland, USA, august 2001, pp. 1037-1047

GOLDEMBERG. J. & LUCON. **Estudos Avançados: Energia e meio ambiente no Brasil**. 2007. 21 (59). Disponível em: <http://ww4.ufrpe.br/uast/pgpv/images/arquivos/2014/01/dissertacoes/henrique.pdf>. Acesso em: 02 set 2016.

MALDONADO, H., Daher, F.R. e Pereira, A.V. 1997. **Efeito da irrigação na produção de matéria seca do capim elefante (Pennisetum purpureum Schum) em Campos dos Goytacazes, RJ**. Em: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zoo-tecnia, 34. Anais. SBZ. Juiz de Fora. Brasil. pp. 216-218.

MCKENDRY, P. **Energy production from biomass (part 1): overview of biomass.** *Bioresource Technology*, Volume 83, Número 1, maio 2002, p. 37-46, 2002.

PEDROZA, M. M., VIEIRA, G. E. G., SOUSA, J. F., (2011), **Características químicas de lodos de esgotos produzidos no Brasil.** *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, Desarrollo y Práctica*, v. 4, p. 1-13, 2011.

STREZOV, V.; EVANS, T. J.; HAYMAN, C. **Thermal conversion of elephant grass (*Pennisetum Purpureum Schum*) to bio-gas, bio-oil and charcoal.** *Bioresour. Technol.*, New York, v. 99, p. 83948399, 2008. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000100&pid=S14137054201000050002000017&lng=pt>. Acesso em: 14 jul 2016.

VELLOSO, L. **Uso da polpa cítrica na alimentação animal.** *Comunicações Científicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia*. Universidade de São Paulo, v.9, n.2, p.163-180, 1985. Disponível em:
<<http://r1.ufrj.br/wp/ppgz/files/2015/05/32-EVERTON-DA-SILVA-MATTOS.pdf>>. Acessado em: 27 ago 2016.