

Produção Animal

UNICASTELO



Foto fonte: do autor

COMPARAÇÕES DE METODOLOGIAS PARA PRÉ- SECAGEM DE AMOSTRAS EM FORNO MICRO-ONDAS

Autores:

¹HENRIQUE MAGNO

²KÄTHERY BRENNECKE*

³LIANDRA MARIA ABAKER BERTIPAGLIA

⁴PAULO HENRIQUE MOURA DIAN

⁵HELENO A. DE LIMA FILHO

¹. Discente do curso de Agronomia UNICASTELO/Descalvado. Parte do Trabalho de Conclusão de Curso

^{2,3,4} Docentes do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal Stricto sensu (PPGPA)– UNICASTELO/Descalvado *orientadora: kathybr@yahoo.com.br

⁵ Discente do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal Stricto sensu (PPGPA)– UNICASTELO/Descalvado

Comparações de metodologias para pré-secagem de amostras em forno micro-ondas / Henrique Magno... [et al]. Descalvado: [s.n.], 2016.

17p. : il. (Boletim Técnico da Universidade Camilo Castelo Branco, Departamento de Produção Animal, 17)

1. Zea mays. 2. Matéria pré-seca. 3. Secagem por forno micro-ondas. I. Brennecke, Käthery. II. Bertipaglia, Liandra Maria Abaker. III. Dian, Paulo Henrique Moura. IV. Lima Filho, Heleno A. de. V. Título.

CDD 664.0284

Boletim Técnico da Produção Animal

(Programa de Mestrado Profissional em Produção Animal)

Ano 2016

Universidade Camilo Castelo Branco

campus Descalvado

Disponibilização *on line*

Autores / Organizadores

Profa. Dra. Cássia Maria Barroso Orlandi

Prof. Dr. Gabriel M.P. de Melo

Profa. Dra. Käthery Brennecke

Prof. Dra. Liandra M.A.Bertipaglia

Profa. Dr. Paulo Henrique Moura Dian

Prof. Dr. Vando Edésio Soares

COMPARAÇÕES DE METODOLOGIAS PARA PRÉ-SECAGEM DE AMOSTRAS EM FORNO MICRO-ONDAS

RESUMO: A água interfere no tempo de conservação do alimento, alterando a sua qualidade e durabilidade. A secagem ou desidratação é uma técnica utilizada para a conservação de alimentos. O presente trabalho objetivou comparar diferentes metodologias de pré-secagem de folhas de milho em forno de micro-ondas com a pré secagem em estufa de ventilação forçada. Para isto foram coletadas folhas de milho, em área experimental já implantada, após 90 dias da emergência. Em seguida o material foi enviado ao laboratório, desinfetado e separado, sendo que cada análise constou de 20 amostras, e cada amostra contendo 6 folhas. As folhas foram devidamente preparadas para a análise de matéria pré-seca por estufa de ventilação forçada e para as análises de matéria pré-seca por forno de microondas (Lacerda et al. , 2009), Embrapa Pecuária Sudeste (Souza et al., 2002) e Embrapa Gado de Corte (Medeiros, 2015). Conclui-se que o método Embrapa Pecuária Sudeste foi compatível à pré-secagem de matéria seca por estufa de ventilação forçada.

Palavras-chave: zea mays; matéria pré seca; secagem por forno micro-ondas.

1. INTRODUÇÃO

A secagem ou desidratação é uma técnica utilizada desde a antiguidade para a conservação de alimentos, uma vez que a água afeta de maneira decisiva o tempo de preservação dos produtos, influenciando diretamente sua qualidade e durabilidade (LENART, 1996; GRENSMITH, 1998).

A matéria seca (MS) é a fração do alimento excluída a sua umidade natural, é nessa fração que estão contidos os carboidratos, proteínas, minerais, entre outras substâncias necessárias à fisiologia da própria planta e ao valor nutritivo da mesma.

A análise de tecido vegetal é uma ferramenta importante na avaliação do estado nutricional das plantas e da fertilidade do solo, pois com a interpretação desses resultados tem-se a possibilidade de efetuar ajustes na adubação, visando atender as exigências nutricionais das culturas e proporcionar alta produção e retorno econômico da atividade agrícola.

Por outro lado, a análise de tecido vegetal objetiva conhecer a composição bromatológica dos alimentos para realizar balanceamentos nutricionais aos animais.

Sendo assim, a determinação da matéria pré-seca tem grande importância também na nutrição animal, pois está relacionada com a capacidade de consumo dos alimentos pelos animais, cálculo relativo ao balanceamento de rações e transporte de alimentos.

A determinação da MS é ponto de partida da análise e é a mais simples das análises bromatológicas, onde se baseia na extração da umidade, podendo com isso preservar o alimento (ou planta) para futuras análises laboratoriais.

Na literatura existem estudos avaliando métodos de pré secagem de folhas, utilizando estufa de circulação forçada de ar e o forno de micro-ondas, tendo resultados semelhantes entre os dois métodos quanto à determinação de pré secagem de amostras foliares de milho e de feijão (PASTORINI et al., 2002) e forragem (SMITH, 1983; SOUZA et al., 2002).

O método de pré secagem por estufa de circulação forçada, considerado o método oficial, possui um custo alto e o tempo para obter resultados é, relativamente, demorado, já o método por micro-ondas é mais prático, rápido e barato, mas são encontrados relatos de não ser tão preciso, e não é padronizado como um método oficial.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi comparar a metodologia de análise de matéria pré-seca em estufa com ventilação forçada e metodologias praticadas em forno de micro-ondas, a fim de verificar se os métodos são compatíveis.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A secagem de material vegetal é definida como uma operação adotada para eliminar a água da superfície e do interior de um material, e tem como objetivo cessar as alterações químicas dos tecidos vegetais e evitar possíveis degradações durante o seu armazenamento, mantendo suas características físicas e químicas por mais tempo (PADILHA et al., 2009).

De uma maneira geral, o processo de secagem tem por objetivo a retirada parcial da água da substância (alimento ou planta), através de dois processos que ocorrem simultaneamente, sendo a transferência de calor do ar para o material e a transferência de massa (água) do material para o ar (FOUST et al., 1982).

Para isso, o vapor de água é retirado do material através de um fluxo originado pela diferença de pressão parcial de vapor, e nesse caso, quando ocorre um aumento de temperatura, este irá

provocar um aumento da pressão de vapor, e isso irá contribuir para um fluxo de vapor, que provocará a redução da umidade do material. Em uma secagem natural o processo de redução da umidade se faz através do proveito da energia solar e eólica, e o material corre pouco risco de danificação térmica ou mecânica, porém fica condicionado às condições psicométricas do ambiente.

Já uma secagem artificial, além de acelerar a remoção parcial da umidade, confere segurança quanto as variações psicométricas do ambiente. Apesar dos aspectos positivos, a remoção de água pode alterar as características sensoriais e o valor nutricional dos alimentos, sendo a intensidade das alterações dependente das condições empregadas no processo de secagem e das características próprias de cada produto (NIJHUIS et al., 1998)

Segundo Nijhuis et al. (1998), as técnicas convencionais de secagem, que utilizam altas temperaturas, levam, frequentemente, a alterações que resultam na diminuição da qualidade final de produtos secos, como modificações na textura, na reidratabilidade e na aparência do alimento.

Patorini et al. (2002) comentam que apesar de alguns trabalhos considerarem como satisfatória a determinação da matéria seca utilizando o método convencional, pode ocorrer volatilização de ácidos orgânicos e amônio, favorecendo mudanças bioquímicas na composição do material.

A secagem em estufa de circulação forçada é o método mais utilizado em alimentos e está baseado na remoção da água por aquecimento, onde o ar quente é absorvido por uma camada muito fina do alimento e é então conduzido para o interior por condução. Como a condutividade térmica dos alimentos é geralmente baixa, costuma levar muito tempo para o calor atingir as porções mais internas do alimento, e por isso, este método costuma levar algumas horas (6 a 72 horas) ou até peso constante (ARAÚJO, 1999).

Nesse procedimento, geralmente utiliza-se um tempo pré-determinado para secagem, ou é deixado o material na estufa até atingir peso constante. No primeiro caso, pode ocorrer a remoção de

água incompleta do alimento, se a umidade estiver fortemente presa por forças de hidratação, ou se o seu movimento for impedido por baixa difusividade ou formação de crosta na superfície, e por outro lado, no procedimento onde promove a evaporação até peso constante, pode ocorrer uma superestimação da umidade por perda de substâncias voláteis ou por reações de decomposição (CARVALHO, 2002).

Vicenzi (2012) comenta que o método de secagem do alimento em estufa de circulação de ar forçado é um procedimento simples, porém, a exatidão do método é influenciada por vários fatores como a temperatura de secagem, umidade relativa e movimentação do ar dentro de estufa, vácuo na estufa, tamanho das partículas e espessura da amostra.

Segundo Vicenzi (2012), apesar da literatura estar repleta de métodos de determinação de umidade, não existe nenhum método que seja ao mesmo tempo exato e prático, pois métodos exatos, rápidos e simples de determinações de umidade aplicáveis, a todo o tipo de alimento, continuam a ser pesquisados.

A secagem por forno micro-ondas (FMO) é definida como processo que gera calor no interior do material vegetal, o que, conseqüentemente, acarreta temperaturas mais elevadas do interior até a superfície do material (BARBOZA et al., 2001), ocasionando uma maior rapidez com relação ao tempo de secagem e diminuindo a contaminação por bactérias e fungos, resultando em melhor aparência e qualidade do produto.

Horsten et al. (1991) comentam que a utilização do FMO reduz o tempo de secagem e a contaminação bacteriana, resultando em melhor aparência e qualidade do produto, sem influenciar na composição química do material vegetal.

Chang et al. (1994) observaram melhor conservação de cor verde e maior durabilidade de material vegetal quando secos em FMO e comparados com secagem em estufa.

De acordo com o apresentado em seus trabalhos, Pereira et al. (2007) e Berteli (2005), comentam que a tecnologia de micro-

ondas oferece grandes benefícios na secagem dos materiais (menor tempo, eficiência do aparelho, entre outras qualidades).

Souza et al. (2002) observaram que a secagem de plantas em fornos de micro-ondas apresentou baixos coeficientes de variação e alta correlação com o método tradicional (estufas). Além disso, o tempo de secagem com o emprego do forno de micro-ondas é de 18 minutos, enquanto que em estufas esse processo demora entre 12 (estufa a 105°C) e 72 horas (estufa a 65°C).

Lacerda et al. (2009) comentam que é de grande importância testar métodos alternativos de secagem de amostras foliares, como o de secagem em forno de micro-ondas (FMO), pois com um menor tempo de secagem da amostra (em torno de 22 minutos e sem influenciar nos teores foliares de nutrientes) permite um preparo mais rápido da amostra, assim como resultado da análise foliar e com reflexos no diagnóstico da possível desordem nutricional da planta, possibilitando a realização de ajustes rápidos na adubação, minimizando eventuais perdas na produção.

Outro ponto positivo que os autores comentam é que algumas partes do vegetal contém alto teor de amido e proteína, sendo facilmente infestadas por microrganismos e insetos, quando realizada uma secagem com um tempo maior, o que poderia reduzir seu valor e durabilidade.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Fitotecnia da Universidade Camilo Castelo Branco, campus Descalvado, estado de São Paulo, com uma latitude de S 21° 54' 05" e longitude de W GR 47° 37' 26".

O material utilizado para a análise da pré-secagem foram folhas de milho híbrido triplo (BM 3061) da Biomatrix.

Na amostragem, para a aquisição de um material com tecido vegetal homogêneo, foram coletados materiais (folhas das plantas) das duas fileiras centrais de cada parcela (quatro plantas), considerando as folhas abaixo e acima da inserção da espiga, após 90 dias da

emergência das plantas de milho, totalizando 120 folhas amostradas. Em seguida, o material foi levado ao laboratório.

O material foi descontaminado por lavagem, em água destilada. Em seguida, as amostras foram deixadas em bancada para secagem natural, e posteriormente, separadas e divididas em 6 folhas para cada amostra.

Os métodos de pré secagem comparados foram: método de estufa em ventilação forçada (SILVA E QUEIROZ, 2006), método Embrapa Pecuária Sudeste (SOUZA et al., 2002), método Embrapa Pecuária de Corte (MEDEIROS, 2015) e Método de Lacerda (LACERDA et al., 2009).

Sendo assim, cada uma das quatro análises constou de 20 amostras, e cada amostra contendo 6 folhas.

Posteriormente, esse material foi picado com auxílio de uma tesoura (previamente desinfetada com água sanitária e álcool) em tamanho de partículas de 2 cm.

Para as amostras das análises de pré-secagem em estufa de ventilação forçada, o material foi pesado, embalado em sacos de papel devidamente furados, em seguida acondicionados em estufa de circulação forçada, 55 °C, até atingir peso constante (SILVA & QUEIROZ, 2006).

As amostras das análises de matéria seca por forno de micro-ondas (FMO) foram pesadas, colocadas em bandejas e distribuídas de acordo com as metodologias de Lacerda et al. (2009), Embrapa Pecuária Sudeste descrita por Souza et al. (2002) e Embrapa Gado de Corte descrita por Medeiros (2015), (Anexo 1).

O micro-ondas utilizado para a secagem do material vegetal tinha potência de 700 Watts.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média dos resultados dos teores de matéria pré-seca obtida ao longo do experimento pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Média dos resultados dos teores de umidade na matéria pré-seca (%) em diferentes metodologias de extração.

Metodologia	Média teor de umidade (%)
EVF	76,40 b
EPS	75,99 b
EGC	72,11 a
LAC	70,79 a

EVF = estufa de ventilação forçada; EPS = Embrapa Pecuária Sudeste; EGC = Embrapa Gado de Corte; LAC = Lacerda. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As amostras que foram analisadas pelo método de forno de micro-ondas preconizado pela Embrapa Pecuária Sudeste não apresentaram diferenças estatísticas em comparação aos resultados obtidos pelo método convencional (SILVA & QUEIRÓZ, 2006) em estufa de circulação forçada.

Já as amostras analisadas por forno micro-ondas seguindo as metodologias preconizadas pela Embrapa Gado de Corte e por Lacerda et al. (2009), não apresentaram diferenças estatísticas entre si, mas diferiram dos valores médios obtidos pelo método convencional e Embrapa Pecuária Sudeste.

A variação nos valores médios obtidos nas diferentes metodologias avaliadas com o uso de micro-ondas pode ter ocorrido pelo fato de utilizarem diferentes potências durante o processo de secagem, onde o método descrito por Lacerda (2009) e Embrapa Gado de corte, inicia a secagem com potência máxima e mantém assim até o término do processo, enquanto Embrapa Pecuária Sudeste sugere alteração da potência no decorrer do processo de secagem.

Ao estudarem dois tipos de metodologias de pré-secagem de matéria seca (FMO e estufa de ventilação forçada) em capim elefante, Lacerda et al. (2009), não observaram diferenças

significativas, o que difere do observado no presente estudo quando utilizado a metodologia de FMO descrita por ele.

Os autores comentam ainda que o uso do FMO pode ser uma alternativa viável na determinação rápida de teores de matéria seca dos diferentes estádios do ciclo vegetativo da planta.

Figueiredo et al. (2004) observaram que, independentemente da potência e método, foram necessários cerca de os 18 minutos para a determinação da matéria seca, o que não foi observado no presente experimento, pois ao atingir o melhor resultado com a metodologia da Embrapa Sudeste (75,99% de teor de umidade), foram necessários diferentes regulagens de potências e minutos, durante o procedimento, na seguinte sequência: 3 minutos a 20%, 10 minutos a 100%, 5 minutos a 50% da potência máxima.

Um importante atributo do aquecimento por forno micro-ondas é a absorção direta da energia pelo material a ser aquecido, ao contrário do que ocorre quando o aquecimento é realizado por convecção, no qual a energia é transferida lentamente do recipiente de reação para a solução. Assim, o aquecimento por forno micro-ondas é seletivo e dependerá, principalmente, da constante dielétrica e da frequência de relaxação do material (capacidade do material conduzir corrente elétrica e frequência de relaxar-se) (ROSINI et. al. 2004). Isto pode explicar a velocidade diferenciada entre o método de pré-secagem da estufa de ventilação forçada com os métodos utilizando o forno de micro-ondas, onde a estufa apresenta um processo lento, secando o material de fora para dentro, e os métodos de pré-secagem do forno de micro-ondas começam agir do interior para fora do material.

Godinho et al. (2014), trabalhando com três metodologias diferentes sendo: forno micro-ondas com recipiente com água utilizando a metodologia descrita por Lacerda et al. (2009); forno micro-ondas sem o recipiente com água tendo a adaptação da metodologia descrita por Lacerda et al. (2009); e Metodologia do Koster Tester (metodologia descrita por Nennich e Chase, 2007), concluíram que o método do forno micro-ondas como meio de

obtenção do teor de matéria pré-seca mostrou-se mais eficiente que o do Koster.

6. CONCLUSÃO

Nas condições do presente experimento, o método Embrapa Pecuária Sudeste de pré-secagem por forno de micro-ondas pode ser utilizado como alternativa ao método convencional de pré-secagem por estufa de ventilação forçada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. M. A. Química de Alimentos: teoria e prática. 2. ed. Viçosa : UFV, 1999. 416p. Citado por: EEEP - Escola Estadual de Educação Profissional, Curso Técnico em Agroindústria, Análises de Alimentos, Governo do estado do Ceará, v.1, p.20.

BARBOZA, A.C.R.N. et al. Aquecimento em forno de micro-ondas/desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais. Química Nova, v.24, n.6, p.901-904, 2001.

BERTELI, Michele Nehemy. Estudo Comparativo de Processos de Secagem de Sólidos Granulados com e Sem Assistência de Micro-ondas. 114p. Dissertação para Título de mestrado. Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, 2005.

CARVALHO, H. H., JONG, E. V. coords, Belló, R. M.; Souza, R. B.; Terra, M. F. T. Alimentos: Métodos Físicos e Químicos de Análise Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS, 2002.

CHANG, H.; CHANG, S.; CHANG, H. T.; CHANG, S. T. Effect of microwave treatment of the green color conservation and durability for bamboo. Quarterly Journal Forestry, London, v. 27, n. 4, p. 103-115, jan- abr.1994

FIGUEIREDO, M. P.; SOUSA, S. A.; MOREIRA, G. R.; SOUSA, L. F.; FERREIRA, J. Q. Determinação do teor de matéria seca do capim elefante Pennisetum purpureum Schum, em três estádios de maturidade fisiológica, pelo forno de micro-ondas. Magistra, v.16,p.113-119, 2004.

FOUST, Alan S. et al. Princípios das operações unitárias. 2º edição. Pág 401. Ed. LTC. Rio de Janeiro, 1982.

GODINHO, R., CARVALHO R. C., FERREIRA E. A. Determinação da matéria seca em alimentos para uso animal por meio do forno micro-ondas e Koster Tester, Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.13, n.3, 2014

GREENSMITH, M. Practical dehydration. 2ed. Flórida: CRC Press, 274p. 1998

HORSTEN, D. von.; HARTNING, T.; VON HORTEN, D. Processing of medicinal plants using microwaves. Landtechnik, Dusseldorf, v. 54, n. 4, p. 206-207, 1999.

LACERDA, M. J. R.; FREITAS, K. R.; SILVA, J. W. Determinação da matéria seca de forrageiras pelos métodos de micro-ondas e convencional. Bioscience Journal, v.25,p.185-190, 2009.

LENART, A. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: Technology and application. Drying Technology, New York, v.14, n.2, p.391-413. 1996.

MEDEIROS, J. R. Determinação da matéria seca (MS) no micro-ondas Embrapa. Disponível em <http://www.cnpqc.embrapa.br/~sergio/msmicro-ondas/> acesso em 10/06/2016.

NENNICH, T.; CHASE, L. Dry matter determination. Feed Management Education Project/USDA - NRCS CIG program, 2007. Disponível em: <http://www.extension.org/pages/11315/dry-matter-determination>. Acesso em: 20 mar. 2012.

NIJHUIS, H.H., TORRINGA, H.M., MURESAN, S., YUKSEL, D., LEGUIJT, C., KLOEK, W. Approaches to improving the quality of dried fruit and vegetables. Trends in Food Science & Technology, v.9 n.1, p.13-20.1998.

PADILHA, V.M. et al. Avaliação do tempo de secagem e da atividade de óxido-redutases de yacon *Smallanthus sonchifolius* sob tratamento químico. Ciência Rural, v.39, n.7, p.2178-2184, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n7/a277cr1240.pdf>>. Acesso em: 15/08/2015. doi: 10.1590/S0103-84782009005000142.

PASTORINI, L. H.; BACARIN, M. A.; ABREU, C. M. Secagem de material vegetal em forno de micro-ondas para determinação de matéria seca e análises químicas. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.26, n.6, p.1252-1258, 2002.

PEREIRA, N. R. Estudo da aplicação de Micro-ondas na secagem de bananas tratadas osmoticamente. Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos Departamento de Engenharia de Alimento, Campinas, 2007.

ROSSINI, F.N ,Clésia C., NOBREGA, J. A. Experimentos Didáticos Envolvendo Radiação micro-ondas. Quim. Nova, Vol. 27, No. 6, 1012-1015, 2004

SILVA, J. QUEIROZ, A. C. Análise de Alimentos método químico e biológico. DJS, ACQ, 3ª edição by Dirceu 3ª reimpressão – Viçosa UFV, 2006

SMITH, M.C. The feasibility of microw ave ovens for drying plant samples. Journal of Range Management, v.36,p.676-677,1983.

SOUZA, G. B. de; NOGUEIRA, A. R. A; RASSINI, J. B. Determinação de matéria seca e umidade em solos e plantas com forno de micro-ondas doméstico. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2002. (Embrapa Pecuária Sudeste, Circular Técnica, 33)

VICENZI R. UNIJUI - Apostila de Bromatologia <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABnFEAE/apostila-analise-alimentos>, Prof. R. Vicenzi, Capítulo 3. Umidade em Alimentos, p14, 2014.

ANEXO 1

Metodologias de pré-secagem por radiação de micro-ondas.

1. Metodologia de Lacerda (2009)

Lacerda (2009) descreve que para a pré-secagem de material vegetal em forno de micro-ondas, este deverá ter a potência de 700 watts. O micro-ondas utilizado tinha a capacidade para 38 litros.

Para isso o material foi grosseiramente picado (2 cm), pesado com media de peso de 50g por amostra, e seus pesos devidamente registrados, o material foi colocado em bandeja plástica com dimensões aproximadas de 20 x 20 cm, e peso de 40,2g.

Cada amostra foi submetida a 3 ciclos de 5 minutos, 1 ciclo de 3 minutos, 1 ciclo de 2 minutos e 1 ciclo de 1 minuto até ser atingido o peso constante.

Após, as amostras foram deixadas em repouso, fora do FMO, para esfriarem, por um período de 1 minuto.

Após este ciclo de secagem, as amostras foram deixadas na bancada para resfriamento, por 1 hora, e logo em seguida foram pesadas em balança analítica de precisão marte AS5500C, com três casas decimais.

A cada intervalo de tempo para secagem, as amostras foram revolvidas para tornar o processo de secagem uniforme.

No interior do FMO, foi colocado um béquer com 150 mL de água a fim de umedecer o ambiente e evitar possíveis queimas das amostras.

2 Metodologia Embrapa Pecuária Sudeste (2002):

Para a secagem das amostras de acordo com o preconizado pela Embrapa Pecuária Sudeste (Souza et al., 2002), Para isso o material foi grosseiramente picado (2 cm), e seus pesos devidamente registrados, o material foi colocado em bandeja plástica com dimensões aproximadas de 20 x 20 cm, e peso de 40,2g.

Nessas bandejas foram colocadas 50g de folhas de milho.

A balança utilizada para pesagem foi balança de precisão marca AS5500C com precisão de 3 casas decimais.

Após, as amostras foram colocadas em forno de micro-ondas, com potência de 700 watts (figura 9), com os seguintes tempos de aquecimento:

- 3 min a 20% = 165 watts da potência máxima,
- 10 min a 100% = 700 watts da potência máxima,
- 5 min a 50% = 338 watts da potência máxima;

Na sequência, as bandejas foram retiradas do forno, os materiais homogêneos, pesados e novamente enviados ao FMO por 1 minuto na potência máxima.

Esse processo final se repetiu até que foi constatado o peso constante em cada amostra.

No interior do FMO, foi colocado um béquer com 150 mL de água a fim de umedecer o ambiente e evitar possíveis queimas das amostras.

Após peso constante, o material foi deixado para resfriar em bancada por uma hora e, posteriormente, foi efetuado o peso final.

A matéria seca, nesse caso foi calculada de acordo com a equação:

$$MS (\%) = (\text{Peso final} - \text{Peso Inicial}) \times 100 / (\text{Peso Intermediário} - \text{Peso Inicial})$$

O resultado da equação foi retirado de cem, para expressar a umidade do material.

3. Metodologia Embrapa Gado de Corte (2015):

Para a pré secagem das amostras de acordo com a Embrapa Gado de Corte, descrita por Medeiros (2015), uma bandeja com dimensões aproximadas de 20 x 20 cm com peso de 40,2g.

Um material vegetal, representativo e devidamente pesado com peso médio de 50g, foi colocado na bandeja, e o conjunto novamente pesado.

Esse conjunto foi levado ao FMO, em potência de 700 watts, e ajustado na potência máxima, durante 3 minutos.

Esse procedimento foi repetido até que o material apresentasse o mesmo peso por duas vezes.

No interior do FMO, foi colocado um béquer com 150 mL de água a fim de umedecer o ambiente e evitar possíveis queimas das amostras.

Após esse tempo, o material foi retirado, deixado em bancada para resfriamento, durante uma hora e pesado.

Para o teor de matéria seca foi considerado a seguinte equação:

- a) $\text{Peso Inicial da Amostra} = (\text{Peso da Amostra} + \text{Peso da Bandeja}) - (\text{Peso da Bandeja})$
- b) $\text{Peso Final da Amostra} = ((\text{Peso da Amostra após peso constante} + \text{Peso da Bandeja})) - (\text{Peso da Bandeja})$
- c) $\% \text{ de água na amostra} = (100 \times (\text{Peso inicial} - \text{Peso Final})) / \text{Peso inicial}$
- d) $\% \text{ Matéria seca} = 100 - \% \text{ de água na amostra}$