



ISSN: 2230-9926

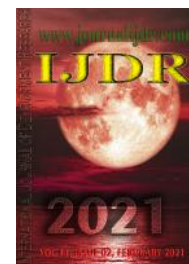
Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 11, Issue, 02, pp.44474-44476, February, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.21103.02.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

ESTUDO DA TERMODINÂMICA EM ARGILAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*Paulysendra Silva, Francisca Oliveira, Rebeka Sousa, Phyllype Lopes and Roberto Soares

Pós-Graduação em Engenharia dos Materiais -PPGEM IFPI-R. Álvaro Mendes, 94 - Centro- 64000-040-Teresina, PI

ARTICLE INFO

Article History:

Received 10th December, 2020

Received in revised form

15th December, 2020

Accepted 22nd January, 2021

Published online 24th February, 2021

Key Words:

Termodinâmica; Argila; Caracterização;
Calor; Materiais cerâmicos.

*Corresponding author: Paulysendra Silva,

ABSTRACT

A termodinâmica é a ciência que estuda a energia e suas diferentes formas assim como suas interações com a matéria, ou seja, ela reflete os esforços para converter calor em trabalho mecânico e estuda as propriedades das substâncias envolvidas nessas transformações. Podemos dizer, que a termodinâmica está bastante envolvida com a engenharia dos materiais, pois os processos de novos materiais envolvem essa transferência de calor e trabalho para as matérias-primas. Um exemplo de matéria-prima é a argila, ela é a principal matéria-prima para a produção de materiais cerâmicos, podendo ser encontrada em bastante quantidade em todo território brasileiro, é um material barato e possui um método de processamento simples na preparação da sua massa. Este trabalho tem como objetivo abordar os principais conceitos da termodinâmica e descrever a aplicação da termodinâmica em argilas. Para isso foi realizado uma revisão bibliográfica de natureza descritiva, básica e qualitativa acerca do tema e com os resultados, foi possível identificar que a termodinâmica é amplamente abrangente e difundida e que suas técnicas de caracterização permitem que sejam empregadas em diversas áreas, como: engenharia de materiais, engenharia mecânica, física, química entre outras.

Copyright © 2020, Paulysendra Silva, Francisca Oliveira, Rebeka Sousa, Phyllype Lopes and Roberto Soares. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Paulysendra Silva, Francisca Oliveira, Rebeka Sousa, Phyllype Lopes and Roberto Soares. "Estudo Da Termodinâmica Em Argilas: Uma Revisão Bibliográfica", *International Journal of Development Research*, 11, (02), 44474-44476.

INTRODUCTION

Como a termodinâmica é a ciência que estuda a energia e suas diferentes formas assim como suas interações com a matéria, ela é baseada em leis, sendo que cada lei implica na definição de uma nova propriedade [1]. Essa ciência se baseia em quatro princípios fundamentais:

- J Lei Zero da termodinâmica - retrata o equilíbrio térmico;
- J Primeira Lei - postula o caráter conservativo da energia;
- J Segunda Lei - trata da noção de irreversibilidade e propriedade de entropia;
- J Terceira Lei - estuda as propriedades da matéria na vizinhança de temperatura zero.

A termodinâmica fornece a base para organizar informações sobre como a matéria se comporta. Ela também pode ser denominada de termologia, permitindo a geração de mapas de estados de equilíbrio que podem ser usados para responder a uma gama de questões de importância prática na ciência e na indústria, tem diversas aplicações. Com isso ela consegue descrever tanto situações simples como situações complexas, fazendo uso de uma pequena quantidade de variáveis [2].

tipos mais complexos de sistemas como por exemplo os metais, cerâmicas, polímeros, compósitos, entre outros [3]. Os materiais cerâmicos compreendem todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas. A principal matéria-prima dos materiais cerâmicos é a argila, que se torna muito plástica e fácil de moldar quando umedecida. A argila é um conjunto de compostos com granulometria muito fina, natural e com diâmetro inferior a 2µm, uma característica muito importante dessas partículas é que, quando entra em contato com a água, formam uma mistura com uma certa plasticidade [4]. O conhecimento da composição química (presença de óxidos principais) e mineralogia (fases cristalinas) da matéria-prima é essencial para prever o comportamento ao longo do processo. Geralmente através de análises mineralógicas, análises de composição química, análises térmicas e termogravimétricas diferenciais e determinação de propriedades físicas e mecânicas com mudanças de temperatura, são usadas para estudar as matérias-primas e determinar seus usos técnicos [5]. Em uma pesquisa, a caracterização das matérias-primas utilizadas na massa cerâmica é muito importante. Utilizando um conjunto de técnicas, é possível verificar as reações e transformações que ocorrem durante o processo de produção que são responsáveis pelas características do produto final. Com isso, esse estudo tem como objetivo abordar os principais conceitos da termodinâmica e descrever o emprego da termodinâmica para caracterização das argilas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo se trata de uma pesquisa bibliográfica do tipo revisão da literatura, que teve como base uma abordagem qualitativa. Buscou-se traduzir as informações coletadas em artigos, definindo: Termodinâmica e o emprego da termodinâmica para caracterização das argilas. Foram coletados artigos da base de dados do Google Acadêmico, do portal de periódicos da CAPES e da Scielo sem rigor de tempo, foram utilizados os seguintes descritores: Leis da termodinâmica, calor, entalpia, entropia, energia livre de Helmholtz, energia livre de Gibbs, relação entre as grandezas termodinâmicas através das potências termodinâmicas e por fim as relações de Maxwell da Termodinâmica. A busca foi realizada por meio das palavras encontradas nos títulos e nos resumos dos artigos. Utilizou-se também de teses de mestrado e doutorado encontrados em universidades e faculdades, assim como literaturas inerentes a temática da termodinâmica e argila. Em posse dos artigos, foram feitos critérios de inclusão daqueles artigos que as características estivessem mais pertinentes à temática e foram excluídos da busca inicial aqueles artigos que fugiam da mesma. A pesquisa apresenta caráter exploratório e descritivo visando respectivamente, proporcionar mais informações sobre o tema abordado, registrando, analisando, classificando e interpretando os dados obtidos através de revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao se estudar os sistemas termodinâmicos é necessário compreender o objeto de análise e seus entornos, logo considera-se sistema a substância contida num espaço ou que flutua em qualquer equipamento ou conjuntos de equipamentos, sejam eles quais forem, com os quais possam trocar energia. De maneira geral o sistema é um sólido ou um fluido que pode ser comprimido ou expandido e que participa nos processos de transferências de energia, tais como calor, trabalho ou transferência de massa [1]. O estado termodinâmico é a condição do sistema, como descrito por suas propriedades. Como normalmente existem relações entre as propriedades, o estado pode ser caracterizado por um subconjunto de propriedades. Todas as outras propriedades podem ser determinadas em termos desse subconjunto. Algumas das variáveis de estado, comuns a todos os sistemas termodinâmicos massivos, incluso os mais simples, são: massa (m); quantidade de matéria (n); Pressão (P); Temperatura (T); Volume (V); Energia interna (U) e Entropia (S). Há ainda outras, não menos importantes, tais como: Entalpia (H); Energia livre de Helmholtz (A); Energia livre de Gibbs (G); Magnetização (M); um estado de um sistema é descrito por um conjunto específicos de valores de suas variáveis de estado. A definição de "estado" do sistema e mesmo das variáveis de estado assume em princípio o sistema em equilíbrio termodinâmico [1]. Um outro conceito que deverá ser compreendido dentro da ciência da termodinâmica é o de transformação, este se refere a variação do estado termodinâmico de um sistema desde um estado inicial até outro estado dito final, para tanto é necessário conhecer as alterações do sistema com a vizinhança ao longo da transformação, seja por transferência de calor, trabalho ou massa entre outros. A trajetória dessas transformações nada mais é que a sucessão de estados sofridos pelo sistema, evoluindo o sistema é quase estaticamente possível registrar por meio de digramas termodinâmicos os diferentes estados pelo qual o sistema passa [1].

Temos os seguintes conceitos o de trabalho e o de calor, este último é uma energia em transição, só se contabiliza na fronteira dos sistemas e, portanto, depende da trajetória num processo de transferência, assim que o calor e o trabalho cruzarem a fronteira de um sistema provocam um aumento ou diminuição de sua energia. Seja qual for a transferência de energia sob forma de calor, é nítido que é necessário que haja diferença de temperatura entre o sistema e a vizinhança, se essas diferenças forem nulas, não se tem transferência de energia logo não se tem calor, portanto o sistema encontra-se em equilíbrio térmico com a vizinhança. E todas as formas de execução que envolva a remoção ou adição de calor são definidas como trabalho

[1]. A alteração de energia interna de um objeto ou sistema poderá ser realizada de várias formas, por mudança de temperatura (aquecer ou resfriar), por mudança de fase, por mudança de arranjo molecular (reação química), por mudança da estrutura atômica ou quebra de grandes átomos em menores (fissão nuclear) e por combinação de pequenos átomos para formar maiores (fusão nuclear) [3]. Em outras palavras energia interna é a energia total de um sistema, sendo que é a soma de todas as energias cinéticas do sistema. A energia interna é uma função de estado pois depende do estado em que o sistema está e não da forma como o sistema chegou até esse estado, que a alteração de qualquer variável do estado (P, T, V) faz com que ocorra uma variação da energia interna. A energia interna é uma propriedade extensiva e são as propriedades de um Sistema que dependem da massa da amostra, o calor e o trabalho são maneiras equivalentes de alterar a energia do Sistema [3]. A equação de Gibbs-Duhem é uma das mais importantes relações da termodinâmica clássica, pois permite obter a dependência das propriedades parciais molares com a composição, a temperatura e pressão constantes. A equação de Gibbs-Duhem é muito utilizada para verificar a consistência de dados de propriedades parciais obtidos experimentalmente [3].

A propriedade térmica é a resposta de um material a aplicação de calor. O calor é a energia térmica transferida em virtude da diferença de temperatura entre duas regiões de um mesmo sistema ou entre um sistema e sua vizinhança. A troca térmica entre sistema e vizinhança pode correr através dos seguintes processos: condução, convecção e/ou radiação [6]. O estudo do comportamento térmico pode ter base fundamental em sua carga térmica (quantidade de calor que deve ser somada ou subtraída de um ambiente) de forma a alcançar determinada condição [7]. Para se reduzir a transferência de calor entre corpos de diferentes temperaturas deve se instalar entre estes corpos um material que possua baixa condutividade térmica, embora não existam materiais isolantes perfeitos, que possam barrar completamente a transferência de calor [7]. Para determinação da taxa na qual o calor atravessa o envoltório de uma determinada edificação, estão: tipo de material, área, massa, espessura, isotropia e posição. A influência desses fatores pode ser quantificada com bases nas propriedades térmicas: condutividade térmica, resistividade, capacidade calorífica, difusividade e massa específica [7]. A condutividade térmica (k) é considerada a propriedade fundamental de um material na transmissão de calor por condução e expressa a quantidade de calor transmitida por unidade de tempo através de um objeto com espessura unitária, numa direção normal à área da superfície de sua seção reta, também unitária, devido a uma variação de temperatura unitária, entre as extremidades longitudinais [8]. A aparente relação entre a condutividade térmica de um material e a sua massa volumétrica deve se por um lado ao fato do Ar ter uma fraca condutividade térmica e por outro, ao fato dos materiais pesados serem em geral menos porosos, por isso quanto mais poroso for um material, menor deverá ser o seu valor de U [7].

Contudo não existe qualquer relação direta entre estes dois fatores. É importante também notar que a condutividade térmica do ar aumenta na razão direta do seu conteúdo de umidade, ou seja, da sua umidade absoluta, pelo que um material poroso "molhado" deixa de apresentar boas características termicamente isolantes [7]. O valor numérico da condutividade térmica pode ser alterado devido a vários fatores tais como composição química, conteúdo de matéria fluida, estrutura física, estado, densidade, temperatura, umidade, emissividade da superfície, pressão, de imensão e localização dos poros [8]. Já a resistividade térmica é a propriedade dos materiais que mede a dificuldade da condução de calor através dos mesmos, sendo o inverso da condutividade térmica. Quanto melhores forem as características isolantes térmicas de um material, maior será o seu valor de resistividade [8]. A capacidade calorífica é a propriedade que indica a quantidade de energia necessária à alteração da temperatura dos corpos quando esses são submetidos a uma fonte térmica de magnitude constante [8]. Já a difusividade térmica representa a velocidade com que o calor flui através de um determinado material quando esse é submetido a variações de temperatura no tempo [7]. Podemos diferenciar as argilas umas das outras principalmente pela: associação de elementos químicos de natureza diversa e pela

distribuição granulométrica. As principais categorias de argilominerais são caulinita, illita, halosita, clorita e esmectita. Para o sistema cerâmico a íltica e a caulínica são os mais importantes, sendo que a forma mais pura de argila que podemos encontrar na natureza é a caulinita [8]. De uma maneira geral todas as argilas são constituídas por duas partes bem distintas: uma essencial representada pelos minerais argilosos, outra não essencial representada por impurezas minerais ou orgânicas associadas à primeira, de natureza e proporções muito variáveis conforme a geologia dos depósitos de argila. Uma argila para ser considerada de boa qualidade utilizada para uma determinada função ela deve ter uma composição química apropriada e a quantidade da composição química também deve ser conhecida. As propriedades de uma argila são determinadas pela presença ou ausência dos óxidos de silício, alumínio, potássio, sódio, ferro, magnésio, cálcio e outros que podem estar presentes em menor quantidade [8]. Uma grande preocupação é o fato de que os minerais contaminantes mais frequentes das argilas são: os óxidos de ferro, pirita, siderita, minerais de titânio, gipsita e dolomita, a forma e o tipo e quantidades destes, podem modificar as propriedades das argilas como a resistência mecânica, ponto de fusão, cor e plasticidade, como também podem influenciar o uso, as rotas de processo e a aplicação da argila. Diante da necessidade de conhecimento das propriedades, ao longo dos anos foram sendo desenvolvidos métodos de análise térmica. As principais técnicas difundidas e utilizadas são: análise termogravimétrica (TGA), termogravimétrica derivada (DTG), análise térmica diferencial (DTA), calorimetria exploratória diferencial (DSC), análise termomecânica (TMA).

Ao logo do estudo, foi possível detectar as seguintes técnicas de caracterização para argila:

- Análise química: onde a composição química das matérias-primas é determinada por fluorescência de raios X por energia dispersiva (FRX). Para isso, é utilizado um equipamento Espectrômetro por Fluorescência de Raios. Para realizar as análises geralmente é usado o método semiquantitativo, numa atmosfera de vácuo. As argilas utilizadas são moídas até granulometria inferior a malha que se deseja.

A análise de fluorescência por raios X (FRX) consiste na emissão de um feixe de raios X em uma amostra, onde são emitidos átomos em resposta, característicos da amostra. Tais raios são conhecidos como raios X "fluorescentes" e possuem um comprimento de onda e uma energia específica que são característicos de cada elemento.

- Análise mineralógica: Para analisar a mineralogia das matérias-primas, ensaios de DRX são realizados com material moído e passantes pela peneira que deseja. O equipamento que pode ser um XRD-6000 Shimadzu com tubo de Cu ($\lambda = 1,54056 \text{ \AA}$). A avaliação das fases de cada matéria-prima e produto final analisados é dada por comparação entre os picos gerados no difratograma com cartas padrões do programa, cadastradas no ICDD (Internacional Center for Diffraction Data).

A difração de raios X é uma técnica usada para determinar a estrutura atômica e molecular dos cristais, na qual os átomos de cristal difratam os raios incidentes dos raios X em muitas direções específicas. Medindo o ângulo e a intensidade do feixe difratado, os cristalógrafos podem gerar uma imagem tridimensional da densidade de elétrons no interior do cristal. De acordo com a densidade de elétrons, a posição média dos átomos no cristal, bem como suas ligações químicas, desordem e várias outras informações, podem ser determinadas.

- Para avaliação térmica das matérias-primas: Se utiliza por exemplo o Analisador Termogravimétrico TGA-51H Shimadzu e Termodiferencial DTA-50H Shimadzu, para os dois tipos de análise, são utilizadas massas em torno de 15 mg, com granulometria que se deseja, a taxa de aquecimento que pode ser de 12,5 °C/min entre 27°C e 1200 °C.

A análise dos resultados e a obtenção da curva derivada da TG denominada DTG, são realizadas utilizando o programa de computador denominado TA-60, para análises térmicas da Shimadzu. A perda ao fogo das matérias-primas é obtida através da medida de perda de massa entre 110°C e 1200 °C durante o ensaio de termogravimetria.

CONCLUSÕES

É possível perceber que as aplicações permitidas pelas análises térmicas e as diferentes técnicas que podem ser usadas, sempre devem focar em um tipo de propriedade física a ser analisada. Além da aplicação físico-química, as análises térmicas são amplamente utilizadas na área industrial, permitindo um controle na qualidade de materiais. Por fim foi possível identificar que a termodinâmica é amplamente abrangente e difundida, pois aplica-se a todos os elementos de volume em todos os sistemas a cada instante no tempo, ela é abrangente pois é capaz de lidar com os tipos mais complexos de sistemas, como os metais, cerâmicas, polímeros, compósitos, sólidos, líquidos, gases, soluções, cristais com defeito, com as aplicações em materiais estruturais, materiais eletrônicos, materiais resistentes à corrosão, materiais nucleares, biomateriais nanomateriais. Pode ter também influências térmicas, mecânicas, químicas, interfaciais, elétricas e magnéticas. É importante frisar que suas técnicas de caracterização permitem que sejam empregadas em diversas áreas, como: engenharia de materiais, engenharia mecânica, física, química entre outras.

REFERENCES

- Afonso, C. Termodinâmica para engenharia. FEUP edições, 2012.
- Bakshi, b.; Gutowski, t.; Sekulic, d. Thermodynamics and the destruction of resources. Cambridge, 2011.
- Callen, H; Wiley, J. Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics. New York, 1998.
- Cengel, Yunus A.; Boles, Michael A. thermodynamics: an engineering approach 6th editon (si units). the mcgraw-hill companies, inc., New York, 2007.
- Dias, L. G. Estudo do processo de secagem em estufa e por micro-ondas de compósitos de argila e resíduos de estatito. Dissertação (mestrado em engenharia mecânica). Universidade Federal de São João Del Rei, centro federal de educação tecnológica, São João Del Rei – MG, Brasil, 2013, 111 p.
- L.J.Q. MAIA; T.A. MARTINS; A.L.D. GESICKI e A.R. SALVETTI. caracterização Térmica de Argilas da Cidade de Costa Rica no Estado de Mato Grosso do Sul. Artigo publicado nos Anais 44º Congresso Brasileiro de Cerâmica-31 de maio a 4 de junho de 2000- São Paulo -S.P.
- Lima, Y. C. C. Formulação, caracterização e análise de condutividade térmica de um compósito cerâmico a base de argilas e vermiculita. Dissertação (Mestrado), Instituto Federal do Piauí, Teresina, Piauí. 2018.
- O. M. Oliveira; A. R. Zandonadi, M. V. S. Martins, J. A. G. Carrió, A.H. Munhoz Jr. Caracterização de uma argila de Vitória da Conquista – Bahia, por análise térmica. Artigo publicado nos anais 19º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais – CBECiMat, 21 a 25 de novembro de 2010, Campos do Jordão, SP, Brasil.
- Rocha, F. N; Suarez, P. A. Z.; Guimarães, E. M. Argilas e suas Aplicações em Utensílios e Materiais Cerâmicos. Revista Virtual de Química, v. 6, n. 4, p. 1105-1120, 2014.
- Rodrigues, D. Termodinâmica. Vitória: UFES, Departamento de Física, 2011.