

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE PARINTINS
CURSO DE LICENCIATURA EM HISTÓRIA

**NOS CAMINHOS DO FOGO: O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE FORNO A
LENHA E QUEIMA DE CERÂMICA**

Alef Fernandes Cruz¹
Clarice Bianchezzi²
Adriano Márcio dos Santos³

Resumo

Este trabalho parte dos dados desenvolvidos ao longo de dois projetos de Iniciação Científica, onde buscamos entender o processo de cocção de cerâmica de fabricação artesanal em forno a lenha. Para cumprir esse objetivo, passamos por um estudo bibliográfico sobre argila, cerâmica e tipos de fornos a lenha, desenvolvimento de modelo 3D de forno, construir de forno físico de combustão a lenha, e queima de objetos de barro como controle de temperatura através de protótipo de datalogger vinculado a dez termopares. Com isso, conseguimos entender melhor os processos pelos quais perpassam o objeto de argila até se tornar a cerâmica propriamente dita e a importância de cada uma das etapas para se ter uma cerâmica de qualidade.

Palavras-chaves: queima de cerâmica, forno a lenha, controle de temperatura.

1 Graduando do curso de Licenciatura em História do Centro de Estudos Superiores de Parintins da Universidade do Estado do Amazonas. Bolsista da Iniciação Científica da FAPEAM.

2 Orientadora e professora assistente no curso de Licenciatura em História no Centro de Estudos Superiores de Parintins da Universidade do Estado do Amazonas. Doutoranda do Programa de Antropologia - Área de Concentração: Arqueologia da Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail: cbianchezzi@gmail.com

3 Coorientador e professor adjunto no curso de Licenciatura em Física da Universidade do Estado do Amazonas, no Centro de Estudos Superiores de Parintins – UEA/CESP. Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. E-mail: asantos@uea.edu.br

1. Introdução

Fazer e usar vasilhames de cerâmica foram e são práticas de distintos grupos humanos ao longo da História. O saber moldar barro (argila) em objetos que passam pela etapa da queima compõem um saber fazer peculiar que foi transmitido de gerações em geração. Esse saber fazer cerâmica é algo ainda muito ativo na Amazônia atualmente e, também, em nosso município, como é o caso das mulheres ceramista da comunidade rural de Santa Rita da Valéria e da comunidade São Tomé do Distrito do Mocambo do Arari.

Motivado por essa realidade essa pesquisa buscou fazer o levantamento bibliográfico sobre o processo que envolve produção dos objetos cerâmicos desde a matéria-prima até material acabado e queimado. Além da criação de um modelo 3D de forno que auxiliasse na compreensão da funcionalidade do forno em ação, que serviu como apoio no processo de construção do forno físico que também é apresentado e descrito aqui. Tanto o modelo 3D como o forno físico, podem ser usados em outras pesquisas, contribuindo assim, para a melhor compreensão sobre os processos de queima da cerâmica arqueológica e contemporânea.

Este artigo inicia apresentando a argila matéria-prima principal para produção cerâmica, sua composição, o antiplástico e sua importância, bem como os passos básicos para moldar vasilhames de barro. No tópico seguinte o desenvolvimento do modelo tridimensional de um forno a lenha e, no tópico final, a construção do forno físico, o protótipo para controle de temperatura e a descrição da primeira queima de objetos de argila no primeiro forno, construído no espaço destinado ao Laboratório LabCer⁴, como referência para estudos com cerâmica de modo interdisciplinar.

2. Da argila a cerâmica: um pouco sobre esse processo

Quando se fala em cerâmica, muitas vezes nos perguntamos ou ouvimos questões como: o que é preciso para fazer cerâmica? Como se faz cerâmica? Com o intuito de responder parte dessas dúvidas que também nos acompanhavam, fizemos um levantamento bibliográfico em vários autores que estudaram e escreveram sobre argila e a cerâmica, para compreendermos melhor o que é a matéria-prima argila e as principais etapas seguidas para a fabricação artesanal de objetos moldados a partir da manipulação de argilas.

4 Laboratório de estudos Cerâmicos – sob a coordenação da prof^a Clarice Bianchezzi.

2.1 Argila

É muito comum ouvirmos falar em argila ou em diversos produtos feitos à base desse material como panelas e outros vasilhames de barro que quando expostos a ondas de calor perdem sua maleabilidade tornando-se rígida. Mas afinal, o que é a argila? Daniel Rhodes (1989) a define como: “uma substância mineral terrosa composta em grande parte por hidrossilicato de alumínio que se torna plástico quando úmido e duro semelhante a uma rocha quando queimado” (Rhodes,1989, p.13). Esse autor ainda afirma que argila “é o produto do envelhecimento geológico da superfície terrestre, como este processo de envelhecimento é contínuo e ocorre em muitos lugares, ela é um material extremamente comum e abundante na natureza.” (Rhodes, 1989, p. 15).

Lopez (1939) indica que “a argila não é uma rocha primitiva, mas um produto derivado da decomposição de certas rochas antigas” (Lopez, 1939, p.51) e ainda complementa dizendo que “geralmente ocorrem em camadas muito regulares nos chamados solos estratificados, formadas dentro das águas, sejam doces ou salgadas, intercaladas entre camadas de grés, calcário etc” (Lopez, 1939, p.51).

Maria H.P.C. Canotilho (2003) chama atenção para o papel do uso e manuseio da argila na organização e vivência dos grupos humanos ao longo da história ao afirmar que “para que a história da humanidade tenha andado tão intimamente ligada à da cerâmica, foi determinante a abundância e, acessibilidade da argila em quase todos os locais do planeta terra” (Canotilho,2003, p.13).

A argila pode ser classificada como: argila primária e argila secundária, segundo nos apresenta Rhodes (1989). As argilas primárias ou residuais são aquelas em que quando suas rochas originárias sofrem as mudanças geológicas os resíduos não são levados por nenhum transporte natural como água, vento, entre outros.

As argilas primárias são raras, pois os produtos do intemperismo são transportados morro abaixo pelas águas das torrentes e rios até finalmente atingirem lagos e mares. Porém em certas circunstâncias as argilas se estabelecem no local onde foram formadas pelo processo de desintegração das rochas feldspáticas (Rhodes,1989, p.22).

As argilas secundárias são mais fáceis de serem encontradas porque se formam a partir da erosão das rochas ígneas originárias (rochas formadas a partir de magma⁵ solidificado) e que

⁵ O magma é uma pasta que existe no interior da terra, muito aquecido entre 800° e 1.200°C, encontrado em regiões da crosta terrestre. É constituída por silicatos de ferro e magnésio, outros compostos voláteis ricos em enxofre, cristais em suspensão e bolhas de gás. Ao ser expelido pelos vulcões, recebe o nome de lava e a rocha

por meio de mecanismos como água, vento e geleiras são transportadas para longe de seu local inicial.

Rhodes (1989) destaca a variabilidade da composição mineral deste tipo de argila indicando que “a maioria delas contém ferro suficiente para que quando cozidas possam adquirir uma coloração de camurça, marrom ou vermelho, além de ter uma temperatura de maturação baixa” (Rhodes, 1989, p.22-23).

Percebemos então que a argila é um material resultante do refinamento a partir da corrosão de rocha de origem devido as intempéries, e que em grande parte são levadas pelas águas de rios, igarapés etc., possibilitando a separação das partículas mais finas das mais grossas (Rhodes, 1989). Assim, considerando os atributos da argila secundária, podemos afirmar que ela é a mais utilizada na produção de objetos de cerâmica.

2.1.1 Composição química da argila

As argilas são compostas, principalmente, por sílica, alumina e água. (Rhodes, 1989). Daniel Rhodes apresenta uma tabela comparando a composição química da argila com a crosta da terra, que transcrevemos abaixo:

Tabela 1: Tabela de comparação dos elementos

Elemento	Terra como um todo (%)	Argila vermelha comum (%)
SiO ₂	59,14	57,02
Al ₂ O ₃	15,34	19,15
Fe ₂ O ₃	6,88	6,70
Mg O	3,49	3,08
CaO	5,08	4,26
Na ₂ O	3,84	2,38
K ₂ O	3,13	2,03
H ₂ O	1,15	3,45
TiO ₂	1,05	0,91

Fonte: Tabela elaborada pelos autores a partir de Rhodes, 1989, p. 18.

Podemos observar que há semelhanças nos teores de alguns elementos como a sílica e alumínio, todavia a quantidade de ferro se apresenta de forma quase idênticas. Ainda, conforme destaca Rhodes (1989) a composição da argila está intimamente ligada a origem de sua rocha

formada pela solidificação do magma é chamada rochas magmáticas ou ígneas. (conf. <https://www.portalsaofrancisco.com.br/geografia/magma>)

ígnea, o que pode variar a composição, em alguns casos quase isenta de ferro, outras com grande teor de quartzo e em outros casos rica em óxido de ferro. A composição molecular da argila pura é descrita na fórmula: $(Al_2O_3 - 2 SiO_2 - 2H_2O)$, onde está presente uma molécula de alumina ou óxido de alumínio (Al_2O_3) ligada a duas moléculas de sílica ($2SiO_2$) e duas moléculas de água ($2H_2O$), formando assim um produto argilomineral nominado como caulinita (Rhodes, 1989).

2.1.2 Natureza física da argila

Devido ao tamanho diminuto e formato dos grãos a argila dispõem da característica que a diferencia de outros minerais, como a plasticidade.⁶ Através do estudo por microscopia⁷ pode-se observar que as partículas de argila têm formas “planas, longas em duas dimensões e finas na outra dimensão” (Rhodes, 1989, p. 10). Os pequenos grãos de argila são responsáveis por proporcionar a esse mineral grande parte de suas propriedades físicas dentre elas a maleabilidade (Rhodes, 1989).

Há também presença de particulares maiores, que podem ser partes da rocha de origem ou presença de quartzo. Além de partículas de tamanho maiores, a argila pode conter material orgânicos. Esse material, ainda que sejam pouco perceptíveis a olho nu, após a queima, exerce um efeito muito importante no estado físico da massa argilosa antes de cozida. São esses materiais que dão a sustentação a massa, permitindo que ela permaneça na forma em que o ceramista a moldou até endurecer pelo processo de queima. A matéria orgânica, como já mencionado, não desaparece após a queima, ela é responsável por deixar traços carbonoso na argila que poder ser identificados através de estudos com uso de microscópios em laboratórios.

2.2 Modelando objetos de argila: o processo de manufatura à queima

Vamos dar destaque as etapas do processo de preparação da argila e a moldagem dos objetos até estarem prontos para o cozimento/queima. Considerando o exposto sobre a argila, alguns aspectos deste material necessitam de um pouco mais de atenção para que sejam

⁶ Qualidade de manter diferentes formas moldadas, possível com a argila quando ela está umedecida de forma adequada. É essa propriedade física da argila que permite a fabricação de uma grande variedade de objetos cerâmicos (conf. Rhodes, 1989).

⁷ Conjunto de técnicas que permitem a investigação científica por meio do microscópio. Entre elas pode-se citar o uso do microscópio eletrônico de varredura (MEV) e microscópio óptico (MO) que auxiliam no estudo de cerâmicas arqueológicas, ajudando na identificação de diferentes componentes na massa cerâmica (conf. Nakano et al. 2010).

possíveis produzir objetos resistentes, entre eles, destacamos a alta plasticidade da argila que requer ação corretiva, ou seja, adição de antiplástico.

2.2.1 Antiplástico

Como já dito anteriormente de acordo com a origem geológica de sua rocha-mãe as argilas diferenciam-se, isso inclui sua principal característica a plasticidade, que consiste na capacidade de tomar a forma dada a ela pelo ceramista/oleiro e permanecer naquele estado (por exemplo de panela, pote etc.).

Quanto mais grossa for a argila (seus grãos) menos plástica está será, porém este tipo tem sua utilidade na fabricação de tijolos e outros objetos, além de ser utilizada para “quebrar” a plasticidade de outras argilas. Também existem argilas que são demasiadamente plásticas a ponto de serem inviáveis para se trabalhar, para esse tipo faz-se necessário o uso de aditivos para corrigir sua plasticidade, esses aditivos são chamados de antiplásticos (Rhodes, 1989).

Lopez (1939) descreve a relação plástico e antiplástico:

Entende-se por materiais plásticos determinados produtos naturais que, quando adicionados a uma proporção adequada de água, constituem uma pasta capaz de receber diferentes formas devido à pressão manual, e por materiais antiplásticos os produtos já de origem natural e provenientes da indústria do homem, que não tendo propriedades plásticas, se misturam com plásticos para as vezes corrigir sua excessiva plasticidade (Lopez, 1939, p. 50).

Existem ainda argilas as quais possuem uma plasticidade adequada para se trabalhar sem ser preciso utilizar algum tipo de tempero, podendo ser utilizada da forma como foi retirada do depósito natural. Juliana S. Machado (2006) indica que no caso da cerâmica arqueológica da Amazônia “o termo antiplástico é utilizado num sentido genérico para indicar quaisquer inclusões contidas na pasta, podendo vir de origens indeterminadas” (Machado, 2006, p. 91).

Podemos aqui citar dois tipos de antiplástico utilizados pelos grupos humanos ceramistas amazônicos, seja no passado seja no presente: cauixi e caripé⁸. O cauixi é uma espécie de espongíario de água doce encontrada em raízes de plantas nas margens de rios e lagos. Desse material são retiradas espículas as quais são adicionadas à argila com o intuito de

⁸ Ambos os materiais são ricos em sílica. No caso do caripé, a casca desta árvore da espécie *Licania* “contém pequenos cristais de sílica que, livres da matéria orgânica que os circunda, proporciona um excelente material para tempero” (Carneiro, 2009). No caso do cauixi as espículas que compõem esse espongíario são ricas em sílica, o que as faz muito rígidas. O termo sílica refere-se aos compostos de dióxido de silício, SiO₂, nas suas várias formas incluindo sílicas cristalinas; sílicas vítreas e sílicas amorfas. Na sua forma amorfa é utilizada como dessecante, adsorvente, carga e componente catalisador (Gomes; Furtado; Souza, 2018).

dar ao objeto cerâmico, depois de cozido, a capacidade de suportar a pressão e o calor. Porém, por causar irritações a pele, coceiras, muitos ceramistas evitam utilizá-lo (Panachuk, 2016).

O caripé tem origem a partir do processamento da casca da árvore de nome científico *Licania Octandra* que é conhecida pelos ribeiros amazônicos como: Caraiperana, Caripé, Uxirana. Essas cascas são queimadas e suas cinzas passam pelo pilão onde são moídas para serem transformada em um pó fino que após serem peneirada são adicionamos a argila pelos ceramistas tendo a função de como antiplástico de origem orgânica. Quando os objetos de argila são queimados perdem toda característica carbônica restando apenas a sílica presente na casca (Marques, 2017).

Esta cinza tem como finalidade tornar uma argila demasiadamente plástica em uma pasta boa para manuseio e manufatura de objetos minimizando a propriedade de redução da mesma ao ser queimada, que segundo Machado (2006):

Se deve à desintegração desses antiplásticos durante o processo de queima do pote, deixando espaços vazios na pasta que permitem uma melhor expansão e retração da mesma quando posta em contanto direto com o fogo repetidas vezes – como é o caso das panelas. (Machado, 2006, p.06)

A utilização das cinzas da entrecasca da árvore do caripé é uma técnica há muito utilizada na manufatura de artefatos de argila pelos indígenas, conhecimento passado ao longo dos tempos. Hoje é um dos principais antiplásticos utilizados para dar a pasta de argila uma melhor qualidade na moldagem e na residência dos vasilhames cerâmicos confeccionados de forma artesanal.

2.2.2 Moldagem de vasilhames

Uma vez a pasta preparada é o momento de moldar os objetos, são utilizadas algumas técnicas para neste processo manual, que são: modelado, moldado e roletado ou acordelado. A primeira técnica é utilizada não para moldar as vasilhas em si, mas para a moldagem de detalhes externos como nos afirma Machado (2006), ao se referir a cerâmica arqueológica da Amazônia “essa técnica é normalmente utilizada na manufatura de apêndices, apliques e em algumas bordas” (Machado, 2006, p. 14).

Na cerâmica arqueológica amazônica, tem se observado que a técnica do moldado é utilizada na construção do que será a base ou fundo dependendo do vasilhame. Nessa técnica a pasta é amassada com as mãos dando a porção de argila uma forma discoidal. Estes discos darão suporte ao corpo do objeto cerâmico (Machado, 2006).

O acordelado que também é conhecido por roletado consiste, primeiramente, em transformar um pouco de argila em uma bola e, em seguida, sobre uma base plana, deve-se rolá-lo dando a argila que outrora estava em forma esférica um formato de cilindro, parecido com uma corda. Estes rolinhos de barro transformar-se-ão quando sobrepostos uns aos outros e alisados, no vasilhame propriamente dito. Machado afirma que “esse procedimento tem ampla difusão no mundo inteiro, chegando a ser considerado o método clássico de manufatura de potes cerâmicos” (Machado, 2006, p.14), tanto presente no material arqueológico como nas cerâmicas contemporâneas na Amazônia.

2.2.3 Secagem de vasilhames

Após a manufatura dos objetos cerâmicos é necessário um tempo para secagem destes. As peças ficam em um local ventilado a sombra, em média e em condições climáticas favoráveis uma peça de barro pode secar entre dois e três dias, já em condições aversas, como clima e a espessura do vasilhame, de cinco a seis dias (Silva, 2000).

Este tempo de secagem é de extrema importância para que ocorra a evaporação da água contida na argila diminuindo o risco de rachaduras e quebras no momento da cocção. A secagem por igual das peças cerâmicas neste momento é imprescindível, como nos afirma Lilian Panachuk (2016) “a secagem desigual pode gerar retração excessiva de um lado ou outro, o que pode deformar a peça” (Panachuk, 2016, p. 17) durante o processo da queima. Reforçando a importância que o objeto de barro seque em local bem arejado.

2.2.4 Queima dos objetos de argila

Na etapa da queima é o estágio em que a argila perde sua principal característica: a maleabilidade, tornando-se rígida como uma rocha ao entrar em contato com o elemento fogo seja em queima em uma fogueira externa, em um buraco ou ainda em qualquer tipo de forno. Canotilho (2003) chama atenção para importância desse processo ao afirmar que “é a ação do fogo que torna o trabalho modelado resistente ao tempo e mais belo”. (Canotilho, 2003, p.23), indicando que essa etapa deve ter muita atenção e cuidado do ceramista na execução.

Em alguns casos, antes da queima final dos objetos de barro, alguns ceramistas fazem a opção pela pré-queima. Esta técnica ainda é observada junto as ceramistas indígenas. Consiste em pôr o objeto de argila, após a etapa inicial de secagem, próximo as fogueiras de uso doméstico, isto ajuda a evitar a quebra do artefato quando da queima final, exemplo feito pelos

Asuriní do Xingu (Silva, 2000). Esta prática é mais usual em cocção de cerâmica em fogueiras ou em buraco na terra.

Vale ressaltar que é importante conhecer o combustível (tipo de lenha) que se está usando ou irá usar, pois, do contrário, ao utilizar um combustível de qualidade duvidosa poderá haver alterações na qualidade da cerâmica, devido ao tipo de partículas decorrente da fumaça expelida pela lenha desconhecida. Quanto ao tempo de queima da cerâmica, em fornos a lenha, oscila entre seis e doze horas - entre início do fogo e retirada da cerâmica cozida – sendo que a variação do tempo vai depender do que espera como resultado de acordo com o tipo de cerâmica.

O controle do fogo nos fornos à lenha segue distintos procedimentos, diretamente relacionado com o modelo de forno que está sendo usado. Para queima de objetos de cerâmica utilitária, com chamote, utilizando um forno circular de duas câmaras, a tendência é subida gradual das chamas neste tipo de ambiente, começando com uma pequena chama na entrada do forno e aos poucos vai se introduzindo mais lenha, sempre atento a temperatura do forno. O cuidado na graduação das chamas é importante, pois é nesse período de elevação da temperatura que o objeto de argila perde o restante da água que ainda contém liberando-a em forma de vapor evitando rachaduras no objeto.

Já o tempo de queima a lenha é menor nos casos em que houve a pré-queima dos objetos de barro, do que a queima em forno sem a anterior pré queima. Um exemplo disso é a cocção da cerâmica em fogueiras a céu aberto prática dos Asuriní do Xingú, que como já mencionamos fazem a pré-queima de até nove horas e meia em vários dias intercalados (Caromano, 2018). Nos estudos de Fabiola Silva (2000) entre este mesmo povo indígena ela aponta que, “a queima varia em média de 30 a 50 minutos desde a cobertura das vasilhas até o final das chamas” (Silva, 2000, p.68), em fogueiras a céu aberto.

Nos estudos feitos por Caromano (2018), ela destaca que observou a utilização de dois tipos de matéria-prima utilizados nas fogueiras de cocção dos vasilhames de barro, uma seriam as brácteas de babaçu (chamadas por eles de *paabé*), que são as folhas modificadas que protegem a inflorescência das palmeiras. Essas não são consumidas rapidamente pelo fogo e por isso são as mais preferidas pelas ceramistas Asuriní. Outra forma de queima seria em fogueiras montadas com parte de cascas de árvores (denominados por eles de *ivypé*) com parcela menor de brácteas de babaçu.

2.2.4.1 Combustível: lenha

Um dos pontos de grande importância nesse estudo trata-se do combustível a ser utilizado na queima dos objetos de barro, a lenha. A madeira desde muito tempo foi utilizada como combustível para cozimento de alimentos, e no caso da cerâmica não foi diferente, muitas queimas antigas utilizavam-se da lenha para o endurecimento do barro, onde gravetos, galhos e cascas de árvores eram utilizados para alimentar o fogo.

A partir do aperfeiçoamento dos fornos, embora com o surgimento de outros combustíveis como o carvão, o gás e a eletricidade, a madeira nunca deixou de ser utilizada por sua facilidade de aquisição e benefícios na utilização como fonte de calor.

Este material como combustível dispõe de muitas vantagens na cadeia operatória da produção cerâmica, como por exemplo, o pouco desgaste dos fornos ao utilizar esse produto como agente de calor se compararmos aos demais combustíveis. Outra vantagem segundo Rhodes (1999) seria “estar quase universalmente disponível, é relativamente fácil dividi-la no tamanho de unidade desejado; ela queima rapidamente com uma chama longa e contém pouco enxofre e outros elementos que podem fazer o esmalte fluir” (Rhodes, 1999, p. 94-95), no caso de cerâmica esmaltada.

No processo de cozimento da cerâmica, o ceramista tende a se envolver mais com todas as etapas de conjunto de ações que é a cocção do barro, permitindo ao artesão a sensação de estar atuando juntamente com seu forno e não entregando somente a ele as peças a serem queimadas. Para Rhodes (1999) “cozinhar com lenha produz uma sensação de participação ativa no processo de cozimento, algo muitas vezes mínimo nos fornos a gás e, quase inexistente, no funcionamento dos fornos elétricos” (Rhodes, 1999, p.102).

Ao optar por utilizar um forno a lenha é de suma importância que se conheça as características da lenha que irá usar. As madeiras mais indicadas, segundo Rhodes (1999) são aquelas que dispõe de fibras mais largas e macias, que teriam maior facilidade para serem cortadas e divididas além de serem mais suscetíveis à combustão.

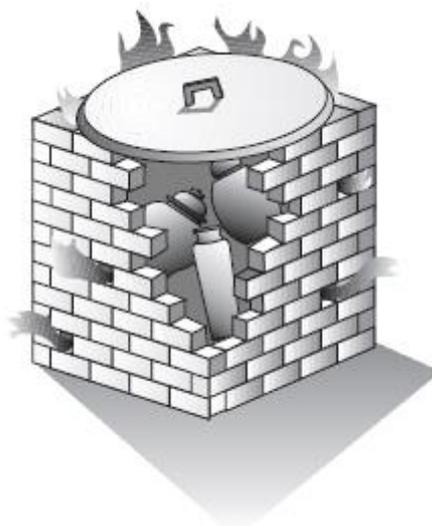
Um forno bem projetado, juntamente com o conhecimento da manipulação das chamas e das madeiras, pode proporcionar ao ambiente de queima uma temperatura média/alta na casa dos 1200°C a 1300°C. É importante salientar que ainda que esse tipo de queima atinja essa quantidade de calor a descrita a temperatura necessária para que haja a transformação do barro para cerâmica varia entre 500°C a 800°C (Silva, 2017).

2.2.4.2 Modelo de forno 3D

Partindo do estudo de referências sobre cerâmicas e fornos de Maria Helena Pires César Canotilho (2003) na obra *Processos de cozedura em cerâmica* e duas obras de Daniel Rhodes *Arcilla y vidriado para el ceramista* (1989) e *Hornos para ceramistas* (1999) e a tese de doutorado de Kleber José da Silva (2017) que tem como título: *A construção de fornos de baixo custo para queima cerâmica em alta temperatura: um percurso alternativo possível*, buscamos identificar e compreender como funcionam alguns tipos de fornos que utilizam lenha como combustível. Dentre os inúmeros fornos que identificamos destacamos dois que serviram de inspiração para elaboração de um modelo de forno 3D.

O *forno de serrim* (Figura 1), tem formato cúbico de material refratário, não cimentado, com utilização de tampa metálica móvel que permite remoção para controle de temperatura e, também, para acesso aos objetos de barro a serem queimados e após a queima. Apresenta ranhuras entre os tijolos refratários para saída do calor auxiliando na melhor combustão (Canotilho, 2003). Leva este nome porque as peças de cerâmica são dispostas em seu interior envolvidas em serragem (farelo de madeira), que será o combustível de queima lenta (aproximada 24h), criando uma atmosfera redutora - quando se limita a entrada de ar no forno dando condições para que se forme o monóxido de carbono - o que contribui para obtenção de cerâmica de coloração negra. A temperatura no interior deste forno gira em torno de 700° (Rhodes, 1999).

Figura 1. Forno de Serrim



Fonte: Canotilho, 2003, p. 72.

O *Forno cilíndrico de tiragem superior* (Figura 2) apresenta também um formato cilíndrico, porém com um aprimoramento em relação ao *forno de serrim* que é a separação entre a câmara de combustão da câmara de cocção, isso tem a vantagem de proporcionar ao fogo melhor atividade e direcionamento, fazendo com que o calor se distribua de forma mais uniforme no interior da estrutura, durante o processo de cozimento dos objetos de argila. Concentrando o fogo abaixo das peças a serem queimadas, que recebe lenha de forma gradual de acordo com a necessidade de aumento ou estabilidade de calor. Separado por uma estrutura vazada proporciona circulação do calor entre as peças que são dispostas acima desta estrutura com nichos unificando a temperatura e aproveitando ao máximo o calor proporcionado pelo combustível utilizado. (Rhodes,1999; Canotilho, 2003).

Figura 2. Forno cilíndrico de tiragem superior.



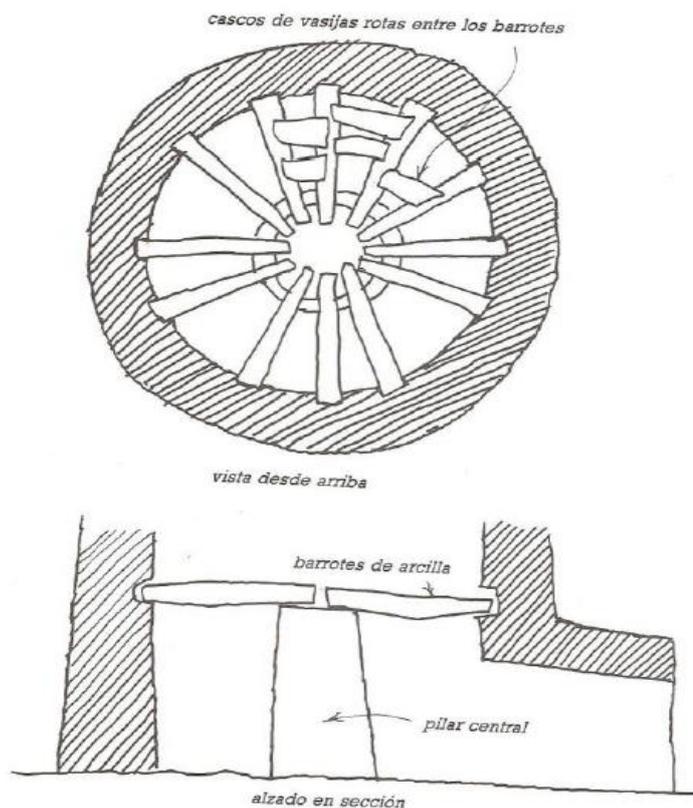
Fonte: Rhodes,1999, p.29.

Por ter as câmaras separadas e contendo as maiores aberturas a da inserção da lenha e a parte superior da câmara de cocção, as peças são colocadas e retiradas pela parte superior, por isso ser conhecido com forno de “tiragem superior”. Para criar e sustentar essas estruturas vazadas que separam as câmaras, esses fornos mais antigos utilizavam, placas e postes de argila cozidas antes de colocar, na câmara de cocção, as peças a serem queimadas, conforme a Figura 3, onde é possível observar o distanciamento entre as placas que criam canais por onde as chamas do fogo poderia passar livremente e o suporte central daria sustentação ao peso das peças a serem queimadas (Rhodes,1999; Canotilho, 2003).

Para manter a circulação do ar, necessária para manutenção do fogo e, ao mesmo tempo, concentrar o calor na estrutura da câmara de cocção, esses fornos utilizavam pedaços de cerâmicas quebradas formando uma espécie de tampa que vedava parcialmente a abertura superior (Figura 2), funcionando como vedação e chaminé ao mesmo tempo ao manter

concentrado o calor e brechas que liberavam, parcialmente, o ar quente, formando dentro da estrutura no processo de cocção (Rhodes,1999).

Figura 3. Estrutura do forno cilíndrico.



Fonte: Rhodes,1999, p.30.

A partir dos modelos de *forno de serrim* e *forno cilíndrico de tiragem superior*, somado a experiência da orientadora da pesquisa, com queima em forno cilíndrico, agregamos características desses fornos para criar o modelo 3D do forno apresentado na sequência. Adaptamos uma tampa metálica móvel utilizada no forno de serrim, deixando aberturas entre os tijolos, entre a tampa e o final da parede da câmara de cocção, para atuar como chaminé. Usamos o formato cilíndrico do forno de tiragem superior e substituímos a estrutura de separação de placas e postes de argila por uma grade de material metálico.

Para o desenvolvimento do modelo 3D desse trabalho utilizou-se o programa *OpenSCAD*, por ser um programa gratuito e disponível para os sistemas operacionais Windows, Linux/UNIX, Mac OS, podendo ser baixado no site: <https://OpenSCAD.org/>. O programa é um modelador 3D que permite a escrita/edição de um *script*, espécie de texto contendo funções relacionadas com a forma do objeto a ser desenvolvido e, a visualização total ou de partes desse.

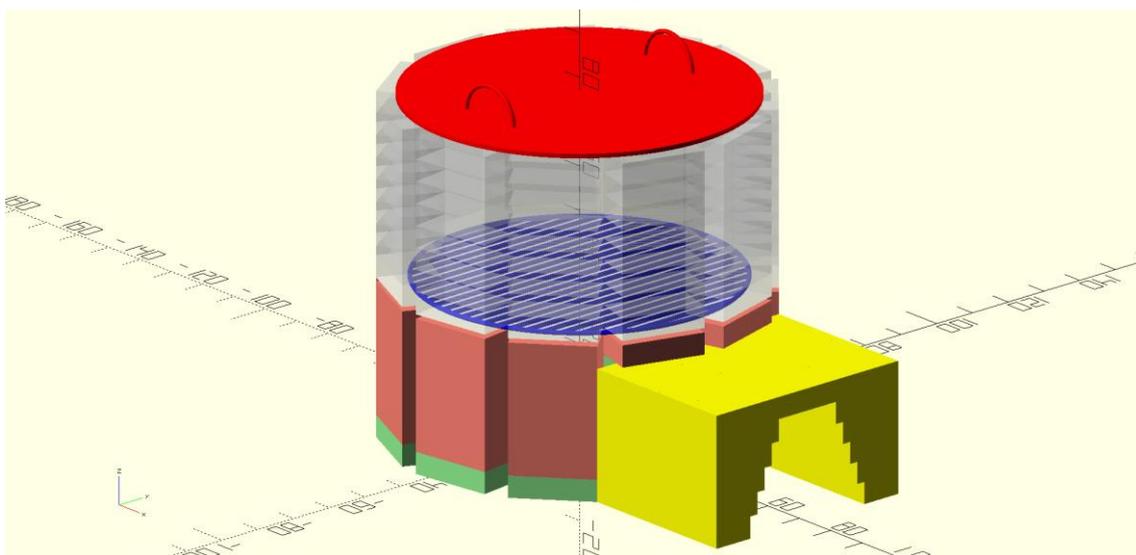
O recurso de visualização permite a correção de erros que aparecem no desenvolvimento, facilitando a realização da renderização que é a última etapa a ser executada após a finalização da modelagem 3D do objeto, para obter o produto final que poderá ser impresso numa impressora 3D, bastando para isso, criar um arquivo de saída compatível com esse tipo de equipamento.

Para esta construção, optou-se em dividir o modelo em regiões que foram desenvolvidas separadamente. Deste procedimento foram obtidas as seguintes regiões: (1) base das paredes do forno; (2) câmara de combustão; (3) entrada do forno; (4) grades; (5) câmara de cocção e (6) tampa da câmara de cocção.

A partir de consultas bibliográficas, definiu-se que o forno teria formato cilíndrico, pois esse formato permite a circulação das ondas térmicas emitidas pelo fogo de forma mais homogênea na câmara de cocção, contribuindo num melhor cozimento dos objetos de argila dispostos nesta câmara. Conforme afirma Canotilho (2003, p.104) “Um forno cilíndrico começa por provocar uma melhor tiragem do ar com maior pressão e velocidade, oferecendo uma menor resistência”. Esse formato também contribui em rápida elevação da temperatura, o que requer menos material de combustão.

Na Figura 4 tem-se a vista do modelo 3D do forno em cores diferentes para destacar as diferentes regiões do modelo desenvolvido.

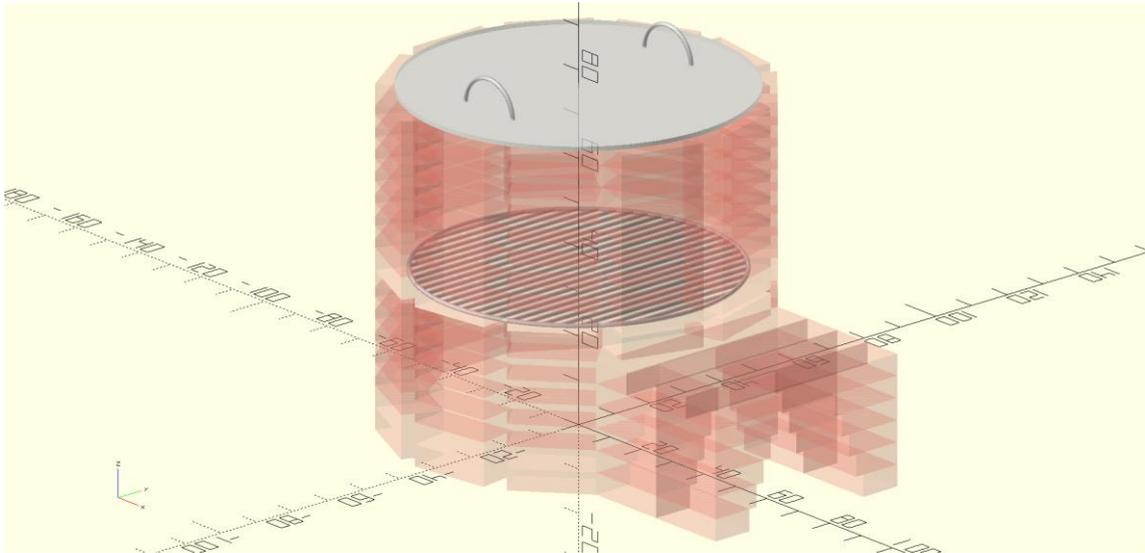
Figura 4. Vista do modelo 3D do forno com regiões destacadas em cores diferentes.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

A Figura 5 (estrutura transparente) ilustra a versão do modelo 3D de forno a lenha que subsidiou o projeto de elaboração do forno físico para queima de materiais de argila.

Figura 5. Vista do forno 3D – estrutura com transparência de 50% para a grade e tampa e, de 15% para o restante.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

3. Transformando o modelo 3D em modelo físico: a construção do forno

Antes da construção do forno foi necessário preparar uma cobertura de proteção, com $(3,00 \times 2,40) \text{ m}$ de área da base e $2,50 \text{ m}$ de altura (Figura 6), para abrigá-lo de prováveis chuvas.

Figura 6. Cobertura para proteção do forno.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Para a construção do forno físico de combustão a lenha, foram seguidos os procedimentos discutidos a partir de análises do modelo 3D virtual, havendo algumas alterações na estrutura projetada inicialmente, tais como: formato da entrada da câmara de combustão, altura do forno e diâmetro das câmaras, conforme expomos na sequência foram comprados os tijolos maciços, a grade e a tampa. Adquirido o barro para o rejunte e reboco das paredes, além da serragem.

A partir de análise da quantidade de tijolos usados no modelo 3D virtual, estimou-se a quantidade de 200 tijolos maciços com as seguintes dimensões (*comprimento x largura x altura*): (19 x 9,5 x 5) cm. Contudo, no momento da aquisição destes tijolos, verificou-se a falta dos mesmos em estoque, sendo necessário a aquisição de outros tijolos maciços com dimensões diferentes (22,3 x 11,5 x 6,4) cm, e maiores do que os tijolos maciços estimados inicialmente. Estes novos tijolos resultaram no aumento das dimensões do forno, tanto na sua altura como em seu diâmetro.

Quanto a aquisição dos materiais como o barro e a serragem, esses já estavam disponíveis no laboratório, do processo de reaproveitamento das obras de construção que tiveram resíduos de serragem e de barro. A grade e a tampa foram confeccionadas conforme as medidas estimadas utilizando o modelo 3D virtual.

Figura 7. Tampa do forno.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Figura 8. Grade do forno.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

A construção do forno ocorreu em dois momentos distintos feitos em finais de semana subsequentes. No primeiro final de semana, os trabalhos começaram com a mistura da serragem ao barro para preparar a argamassa do rejunte dos tijolos. Nesse processo de mistura dos elementos (serragem + barro + água) foram utilizados aproximadamente 2 sacas e meia de barro e uma saca de serragem.

Figura 9. Mistura da serragem ao barro.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Após o preparo da argamassa, foi efetuado a limpeza e o nivelamento do solo onde efetuaríamos a construção, após isso foram feitas as marcações do diâmetro da base do forno (Figura 10) conforme valor calculado utilizando a Equação (1) e distribuídos os tijolos sobre essas marcações para montar essa base e a sua entrada (entrada da câmara de combustão).

Figura 10. Base do forno.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Com a base pronta, foram adicionadas algumas fileiras de tijolos. E ao chegar em torno de três fileiras prontas percebemos que deveríamos dar um pouco mais de atenção a entrada da câmara de combustão. Começamos então a desenvolver esta parte tendo como base o modelo 3D e durante a construção nesses moldes, percebeu-se que essa estrutura agregaria muito peso na parte superior da entrada de alimentação do forno e, com isso, optamos por construir uma entrada com um formato diferente do estabelecido no modelo tridimensional. Optamos por construir uma entrada com formato de arco utilizando 31 tijolos, possibilitando assim mais leveza sobre o teto da entrada da câmara de combustão (Figura 11).

Finalizada a construção da entrada da câmara de combustão, retornamos ao processo de edificação do restante da estrutura da câmara de combustão. Como havíamos assentado três fileiras anteriormente, faltavam assentar mais quatro fileiras para chegarmos a um total de sete, conforme estabelecido em nossos estudos com auxílio do modelo 3D. Após o término da construção da câmara de combustão assentamos a grade metálica (Figura 12) a qual tem por finalidade suportar os objetos cerâmicos no momento do cozimento das peças de argila e,

dividir o forno em câmara de combustão e cocção. Nesta etapa foram utilizados sessenta e três tijolos.

Figura 11. Construção da entrada da câmara de combustão.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Figura 12. Câmara de combustão e grade.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Depois de assentada a grade começamos a distribuir as fileiras de tijolos que comporiam a câmara de cocção (Figura 13), logo na primeira fileira após a grade, foram feitos 10 furos para o acoplamento dos 10 termopares - dispositivo para leitura de temperatura - que seriam usados na coleta de dados e acompanhamento da temperatura alcançada durante o processo de queima do material de argila no forno. No total foram distribuídas oito fileiras, contendo sete delas 11 tijolos cada, e a última fileira com sete para que os espaços vagos servissem como escape da fumaça e do fluxo de calor interno. Ao todo para a câmara de cocção foram utilizados oitenta e oito tijolos.

Figura 13. Câmara de cocção.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Terminada a construção do forno (Figura 14) e, diante o cansaço da equipe de construção composta pela professora orientadora, professor coorientador, colega de curso Arnoud Batista e por mim, deixamos para o final de semana seguinte a etapa de reboco total do forno (Figura 15).

É interessante destacar que esse procedimento de reboco é importante, para melhor vedação das paredes do forno evitando-se o escape do calor interno do forno, através de frestas formadas pelo encontro de tijolos mal assentados no processo de construção das paredes.

Figura 14. Forno sem reboco.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Figura 15. Forno com reboco.



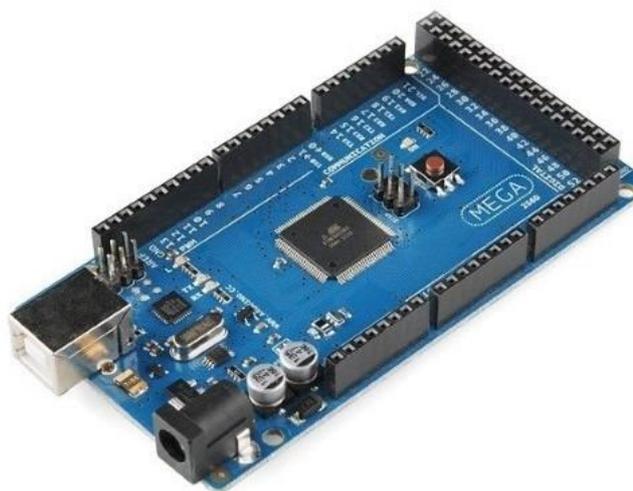
Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

3.2 Acompanhamento do aumento do calor através de Protótipo do Datalogger de temperatura

Para a construção do protótipo de datalogger, separamos em quatro blocos os circuitos de controle/acompanhamento montados e os executamos separadamente, para facilitar a realização dos testes e ajustes necessários no processo de calibração desses circuitos. Finalizados estes procedimentos iniciais, os circuitos foram conectados para formarem o equipamento datalogger utilizado no trabalho. Esse processo foi feito ao longo de 07 meses de pesquisa.

Os blocos trabalhados ao longo das montagens dos circuitos foram: (1) bloco de controle – utilizou a placa arduino MEGA (Figura 16), cujas características técnicas podem ser consultadas em Arduino (2022), para receber as medidas de temperatura enviadas pelos termopares, cronometrar o tempo de execução das medidas e enviar os resultados para o cartão micro SD; (2) bloco de medição – composto por 10 módulos conversores + termopares do tipo K com limite máximo de 1.370°C para medidas de temperatura; (3) bloco de gravação – composto pelo módulo leitor de cartão micro SD e responsável pelo registro das medidas de temperatura enviadas pelo arduino MEGA, num intervalo de 5 em 5 minutos; (4) bloco de visualização – composto por um display LCD 16x2 – 16 colunas e 2 linhas – para mostrar as variações da temperatura, num intervalo de 10 em 10 segundos, de cada termopar separadamente. Também se utilizou um notebook para acompanhar o processo de registro e visualização dos valores de temperatura obtidos ao longo do processo de queima com auxílio do recurso “Monitor Serial” encontrado no software Arduino IDE.

Figura 16. Placa Arduino MEGA.



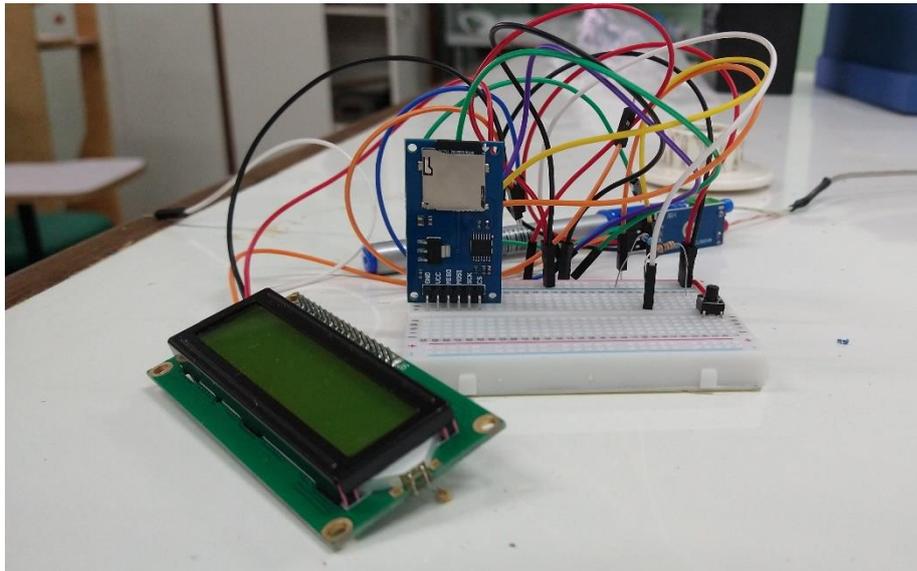
Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Figura 17: Vista dos termopares usados no protótipo de datalogger.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Figura 18. Vista do display LCD e do módulo leitor para cartão SD.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Por último, adaptamos uma caixa plástica em formato retangular para guardar e proteger os circuitos montados, além de facilitar o transporte do datalogger para o local onde foram realizadas as medidas.

Figura 19. Caixa de proteção.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Figura 20. Acompanhamento da temperatura interna do forno – monitor serial (notebook) + protótipo.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Figura 21. Monitor serial.

```
Arduino IDE - Sketch: Temperatura_dia...
teste_30_TemperaturaModul

#include <LiquidCrystal.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>

const int S0 = 2; // MISO - Master Input, Slave Output - Para MAX6675
const int SCLK = 3; // SCLK - Serial Clock line - Para MAX6675
const int CS0 = A2; // CS0 - Chip Select 1 - Para MAX6675
const int CS1 = A3; // CS1 - Chip Select 2 - Para MAX6675
const int CS2 = A4; // CS2 - Chip Select 3 - Para MAX6675
const int CS3 = A5; // CS3 - Chip Select 4 - Para MAX6675
const int CS4 = A6; // CS4 - Chip Select 5 - Para MAX6675
const int CS5 = A7; // CS5 - Chip Select 6 - Para MAX6675
const int CS6 = A8; // CS6 - Chip Select 7 - Para MAX6675
const int CS7 = A9; // CS7 - Chip Select 8 - Para MAX6675
const int CS8 = A10; // CS8 - Chip Select 9 - Para MAX6675
const int CS9 = A11; // CS9 - Chip Select 10 - Para MAX6675
const int chipSelect = 53; // CS do cartão de memória

int ch_medidas = 0;
double sensor0 = 0; // Variável para o sensor 0

Sensor1: 29.25C
Sensor2: 29.00C
Sensor3: 31.25C
Sensor4: 27.75C
Sensor5: 29.25C
Sensor6: 29.25C
Sensor7: 28.75C
Sensor8: 29.25C
Sensor9: 30.00C

Sensor0: 29.25C
Sensor1: 29.50C
Sensor2: 29.25C
Sensor3: 31.25C
Sensor4: 27.50C
Sensor5: 29.00C
Sensor6: 29.00C
Sensor7: 29.25C
Sensor8: 29.50C
Sensor9: 30.00C

O sketch usa 18388 bytes (7%) de espaço de armazenamento para programas. O máximo são 253952 bytes.
Variáveis globais usam 1164 bytes (14%) de memória dinâmica, deixando 7028 bytes para variáveis locais. O máximo são 8192 bytes.
```

Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

3.1 Ritual de dar nome ao forno e primeira queima de cerâmica

Com o forno construído precisávamos dar um nome a essa edificação que havia mobilizado mais de um ano e meio de pesquisa, para isso buscamos inspiração nos povos ancestrais que ocuparam o território brasileiro, buscando um nome que representasse de alguma forma a função para qual o forno havia sido criado. *Guaraci*, foi o nome escolhido, pois de acordo a crença dos povos Tupi, seria o deus sol, ligado aos elementos da luz e do calor, tendo o poder de manipular a luz e o calor a sua vontade. O que nos pareceu ser um nome bem apropriado ao primeiro forno a lenha que construímos em equipe.

O planejamento para a realização da primeira queima de materiais de barro, sendo possível utilizar o protótipo de Datalogger desenvolvido no Laboratório de Computação Científica do CESP/UEA para registro e acompanhamento das variações de temperatura na câmara de cocção. O uso do protótipo permitiu o conhecimento da máxima temperatura alcançada nesta câmara durante o processo de queima. Utilizamos aproximadamente 0,5 m³ de lenha como combustível neste processo.

A lenha utilizada foi oriunda de muitas doações de várias pessoas, sendo reaproveitamento de podas de árvores do quintal do professor Diego Omar da Silveira, coleta de galhos de árvores caídas da chácara do Sr. Gustavo Passanelli, doação de ripas de refugo pela Serraria União e sobras de madeiras da construção do Espaço de Pesquisas Multidisciplinares da Amazônia.

Para este processo usamos uma pequena carga de objetos de argila⁹ na câmara de cocção para serem queimados (cozidos) e, segundo referências técnicas, sendo recomendada a quantidade mínima de carga (objetos de argila) de ao menos 50% de ocupação do volume dessa câmara (Figura 22). No nosso caso, para completar esta falta, colocamos pedaços de tijolos e de telhas de barro sobre a grade da câmara de cocção, seguindo a recomendação da ceramista e arqueóloga Lilian Panachuk. Este procedimento também serviu para evitar que os objetos ali dispostos não ficassem em contato direto com as chamas durante a queima.

O procedimento de queima foi iniciado às 08:40 horas da manhã (horário do Amazonas) com o preparo de uma pequena fogueira disposta na entrada da câmara de combustão (Figura

⁹ Tratava-se de um conjunto de chocalhos produzidos pela orientadora do trabalho com os alunos do PARFOR em Pedagogia do município de Boa Vista do Ramos-AM, em janeiro de 2020. Os objetos foram guardados até a construção do forno para essa queima. Após a queima os mesmos foram reenviados a Boa Vista do Ramos para devolução aos professores que os confeccionaram. Também foram adicionados alguns objetos moldados por mim e pela orientadora.

23). E, aos poucos adicionando-se mais lenha de forma gradual até que esta fogueira produzisse uma quantidade suficiente de calor para ser introduzida dentro da câmara (Figura 24).

Figura 22. Carga dentro do forno.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Figura 23: Chamas iniciais no forno Guaraci



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Figura 24. Fogueira mais adentro do forno.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Deve-se destacar que o controle da temperatura foi realizado de forma manual, seguindo os seguintes passos: (1) adicionar lenha na câmara de combustão, para aumentar a quantidade de calor produzido; (2) consultar os valores de temperatura referentes às leituras dos termopares e visualizados no datalogger e notebook; (3) adicionar mais lenha ou passar um tempo sem adicioná-las, dependendo dos valores previstos no planejamento para cada etapa do processo de queima.

O forno recebeu a tampa de fechamento às 12:00 horas (horário do Amazonas) (Figura 25), porém, o procedimento de adicionar lenha na câmara de combustão continuou por mais quatro horas e trinta minutos.

Figura 25. Forno Guaraci tampado e continuidade de fogo.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Figura 26. Ápice do fogo (e queima) no forno Guaraci.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

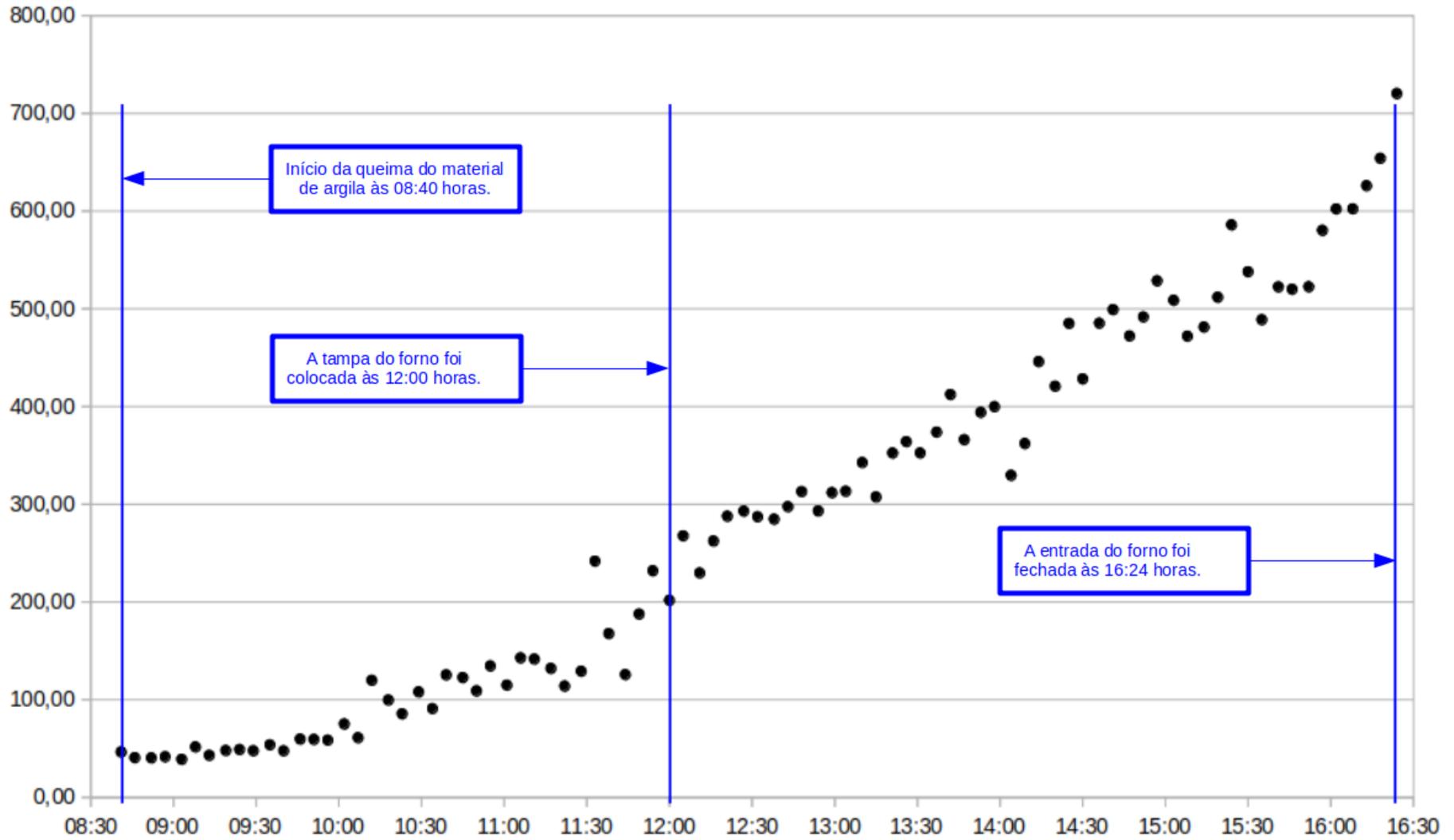
Quando chegamos a temperatura de 700°C no interior da câmara de cocção (Figura 26), imediatamente, paramos de colocar lenha no fogo. Isso ocorreu às 16:23 horas e fechamos a entrada da câmara de combustão (Figura 27), para evitar a queda brusca da temperatura interna o que poderia causar danos (trincas e quebras) nos objetos cerâmicos.

Figura 27. Câmara de combustão fechada.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

Figura 28. Comportamento temporal da temperatura da câmara de cocção.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

O controle do fogo seguiu da seguinte forma: uma hora na temperatura em torno de 70°C, após este tempo, aumentamos para 100°C e mantivemos por mais uma hora neste patamar. Na sequência usamos um incremento de 100°C/hora, conforme pode-se observar no gráfico da Figura 28. Quando a temperatura interna do forno chegou a 400°C, efetuamos o fechamento da parte superior da câmara de cocção e continuamos a colocar lenha na câmara de combustão, mantendo um aumento da temperatura de 100°C/hora até chegarmos a 700°C – temperatura considerada suficiente para uma boa queima da cerâmica. O processo de aumento gradual da temperatura é o procedimento mais indicado para queima de cerâmica para evitar trincas, fissuras e quebras dos objetos.

Figura 29. Objetos queimados dentro do forno.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

No dia seguinte voltamos ao local somente no final da tarde, pois pela manhã chovia muito o que inviabilizava de acessar o local onde estava o forno. Ao abrir a tampa e, na medida que retiramos os objetos, ficamos muito satisfeitos com o resultado, pois a queima teve sucesso e nenhum chocalho ou outra peça teve avaria. Jeferson Paiva, ceramistas com anos de experiência em queima em forno a lenha, ao observar as fotos das cerâmicas pós queima, destacou que os objetos estavam bem queimados.

Dessa forma, *Guaraci* passou a ser o primeiro forno de queima de cerâmica nas dependências do Centro de Estudos Superiores de Parintins - CESP/UEA, sendo a primeira queima deste, motivo de alegria para toda a equipe envolvida.

Figura 30. Objetos cerâmicos queimados.



Fonte: Desenvolvido pelos autores do trabalho.

4.3 Material Utilizado

Na Tabela 2 são apresentadas as quantidades e valores dos materiais utilizados no desenvolvimento do forno a lenha. E na Tabela 3, a lista dos materiais utilizados no desenvolvimento do protótipo de datalogger.

Tabela 2. Lista de materiais utilizados para a construção do forno.

	Materiais	Quantidade	Valor Gasto (R\$)
Aproveitados	Lenha	0,5 m ³	–
	Serragem	½ saco	–
	Barro	02 sacos	–
Comprados	Tijolos maciços	200 unidades	200,00
	Tampa de ferro	01 unidade	
	Grade de ferro	01 unidade	
	Serviço de mão de obra referente a confecção da grade e tampa de ferro	–	600,00

Tabela 3. Lista dos dispositivos utilizados no protótipo do datalogger.

	Material	Quantidade	Valor Gasto (R\$)
Do laboratório	Placa Arduino MEGA	01 unidade	–
	Protoboard de 830 furos	01 unidade	–
	Módulo leitor para cartão micro SD	01 unidade	–
	Display LCD 16x2	01 unidade	–
Comprados	Jumper macho-macho	80 unidades	35,60
	Jumper macho-fêmea	80 unidades	35,60
	Termopares tipo K	10 unidades	783,00
	Módulo de leitura Max 6675	10 unidades	399,90
	Caixa de acrílico (proteção do circuito)	01 unidade	48,00

Considerações finais

Desde antes do início do trabalho de pesquisa ouvíamos muito falar sobre objetos cerâmicos, sobre fragmentos arqueológicos cerâmicos que afloram em vários lugares em nossa região, e isso sempre desperta questionamentos nas pessoas. Um desses questionamentos: *como teriam sido feitos estes materiais?* A partir dessa dúvida de muitos e inclusive nossa, desenvolvemos esta pesquisa, cogitando responder sobre o processo de manufatura e queima de objetos de argila/cerâmica.

No decorrer dos dois anos de pesquisa tivemos a oportunidade de transitar em meio a áreas do conhecimento distintas como a História, a Arqueologia e a Física, onde pudemos aprender um pouco mais sobre a cultura dos povos de outrora e o quão rico é o conhecimento deixado por eles no tocante a manufatura de objetos cerâmicos.

Além disso, foi muito importante andar nos entremeios destas áreas de conhecimento multidisciplinar, pois acreditamos que um professor especialista e conhecedor de sua área torna-se um bom profissional, porém um professor que conseguem caminhar por meio áreas multidisciplinares além da sua, agrega outros saberes que se somando podem contribuir no processo de formação e de atuação da educação. Essa pesquisa por ser multidisciplinar nos possibilitou acessar conhecimentos que se somam.

Estudar os processos que envolve o fazer cerâmico desde a coleta da matéria-prima, preparo da massa, formas de moldar os objetos de argila e queima desses objetos, nos permitiu refletir sobre o modo de viver dos povos indígenas do passado e do presente, refletir sobre a gama de conhecimento que estes detinham, nos permite enquanto professores de história,

quebrar preconceitos e óticas errôneas quanto aos povos antigos. Este trabalho nos possibilita expor o quão complexas são as técnicas necessárias para se conseguir um objeto cerâmico de qualidade, técnicas que há muito os povos antigos já dominavam e que foram perpassados ao longo dos milênios. E, fundamentalmente, como a queima é um processo que precisa ser feito com atenção e cuidado, desde o espaço para queima, como o seu longo processo de alimentar o fogo.

Como esta pesquisa transitou em universos distintos de saber, do estudo bibliográfico sobre o tema, do uso das tecnologias computacionais para elaboração do modelo 3D, do estudo experimental laboratorial, contribuiu de forma singular para refletir sobre a História dos povos que ocuparam e ocupam essa região amazônica no passado no presente e mantém muito dessas tradições milenares nos dias de hoje.

Referências

ARDUINO. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/hardware#boards-1>. Acesso em: 24 de maio de 2022.

CANOTILHO, Maria H. P. C. **Processo de cosedura em cerâmica**. Instituto Politécnico de Bragança, 2003.

CAROMANO, Caroline Fernandes. **Botando lenha na fogueira: um estudo etnoarqueológico do fogo na Amazônia**. 295 f. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Museu de Arqueologia e Etnologia São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

CARNEIRO, Robert L. **“Cariapé”**: um caso de padronização de erro em arqueologia (trad. Denise Pahl Schaan). *Revista de Arqueologia*, v.22, n.1, (jan-jul.2009): 9 - 13, 2009.

LÓPEZ, M. Garcia. **Manual completo de cerámica o fabricacion de toda classe de objetos de tierra cocida**. Madrid, 1939.

GOMES, Luana. S.; FURTADO, Antonia. C. R.; SOUZA, Marcos. C. **A Sílica e suas Particularidades**. In: *Rev. Virtual Quim.*, 2018, 10 (4). 1018-1038. Data de publicação na Web: 16 de agosto de 2018. <http://rvq.s bq.org.br>

MACHADO, J.S. **O potencial interpretativo das análises tecnológicas: um exemplo amazônico**. *Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo, 15-16: 87-111, 2005-2006.

MARQUES, Mailson de Oliveira. **Uma análise comparativa entre as técnicas utilizadas pelo ceramista Rauniery Pinheiro em comparação a técnica de produção da cerâmica indígena**. Trabalho de graduação (Bacharelado em Arqueologia) - Arqueologia, Universidade do Estado do Amazonas, Manacapuru AM, 2017. 50 f.

MOTA, Allan Deangelle. **Apostila Arduino Básico: Vol. 1**. Serra – ES: Vida de Silício, 2015. 40p. apostila. Encontrado em <https://www.vidadesilicio.com.br>

NAKANO et al. **Análise microestrutural, composicional e dureza das cerâmicas indígenas do sítio arqueológico Caninhas, SP.** Revista Cerâmica nº 56, 2010. pp. 123-128.

PANACHUK, Lilian. **A ciência do barro e os sentidos:** percepções sobre experimentos cerâmicos arqueológicos em Juruti, Pará, Baixo Amazonas. Revista Teoria & Sociedade (UFMG), v. 24.2, p. 31-54, 2016.

RHODES, Daniel. **Arcilla y vidriado para el ceramista.** CEAC, 1989.

RHODES, Daniel. **Hornos para ceramistas.** CEAC S.A 1999.

SHAMIEH, Cathleen; McCOMB, Gordon. Eletrônica para Leigos. 2. Ed., Rio de Janeiro: alta Books, 2011. Cap. 6, p. 111 – 115.

SILVA, Fabíola Andréa. **As técnicas e seus significados:** um estudo da cerâmica dos Asuriní do Xingu e da cestaria dos Kayapó-Xikrin sob uma perspectiva Etnoarqueológica. 265 f. Tese (Doutorado em Antropologia Social). Departamento de Antropologia da Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SILVA, Kleber José da. **A Construção de Fornos de Baixo Custo Para Queimas Cerâmicas em Alta Temperatura:** um percurso alternativo possível. 299 f. Tese (Doutorado em Artes) - Instituto de Artes, Universidade Estadual Paulista – UNESP, São Paulo, 2017.

SITES

<https://OpenSCAD.org/> Acesso em 10 de janeiro de 2021.

<https://www.portalsaofrancisco.com.br/geografia/magma>. Acesso em 03 de junho de 2021.