

GEÍSA AIGER DE OLIVEIRA
GUSTAVO JAVIER ZANI NÚÑEZ
JAIRE EDERSON PASSOS

ORGANIZADORES



Des ign pes em qui sa.

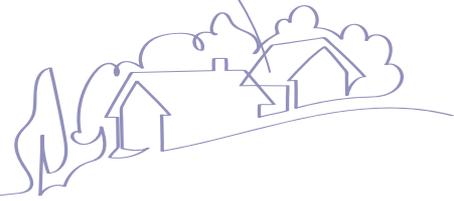
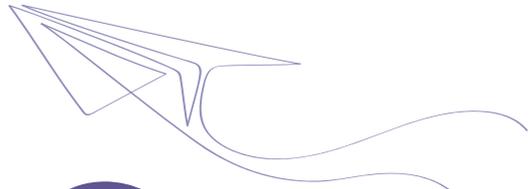


● vol. 6



GEÍSA AIGER DE OLIVEIRA
GUSTAVO JAVIER ZANI NÚÑEZ
JAIRE EDERSON PASSOS

ORGANIZADORES



Design pesem qui sa.



vol. 6



D457 Design em pesquisa : volume 6 [recurso eletrônico] / organizadores Geísa Aiger de Oliveira, Gustavo Javier Zani Núñez [e] Jaire Ederson Passos. – Porto Alegre: Marcavisual, 2024.
247 p. : il. ; digital

ISBN 978-65-89263-84-5

1. Design. 2. Design de produto. 3. Sustentabilidade. 4. Inovação. 5. Design de serviços. 6. Gestão do design. 7. Tecnologia. I. Oliveira, Geísa Aiger de. II. Núñez, Gustavo Javier Zani. III. Passos, Jaire Ederson.

CDU 745.6

CIP-Brasil. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação.
(Jaqueline Trombin – Bibliotecária responsável CRB10/979)

CAPÍTULO 1

Caracterização dos resíduos de porongo (*Lagenaria siceraria*) para o aproveitamento no Design de Produto

Danieli Maehler Nejeliski, Lauren da Cunha Duarte

R e s u m o

As matérias-primas de origem vegetal despertam interesse crescente por serem renováveis e biodegradáveis. O porongo (*Lagenaria siceraria*) é o fruto de uma planta da família das cucurbitáceas, seu cultivo é adaptado ao clima tropical, o plantio é anual e a produtividade é alta. Após o processo de secagem o fruto adquire características similares à madeira. No sul do Brasil, na Argentina e no Uruguai é a principal matéria-prima para a produção artesanal de cuias, recipientes para o chimarrão, bebida típica regional. Ao longo desse processo, até 80% do volume inicial dos frutos se transforma em resíduos e é descartado. O objetivo deste trabalho é caracterizar as principais propriedades dos resíduos de porongo oriundos da produção de cuias para viabilizar a sua utilização como matéria-prima no design de produto. A metodologia utilizada para a caracterização é dividida nas etapas de coleta dos resíduos, disponibilidade e classificação, propriedades técnicas e propriedades sensoriais. Como resultado, o porongo pode ser caracterizado como um material lignocelulósico poroso, de baixa densidade, utilizado empiricamente como isolante e com propriedades sensoriais distintas.

1. Introdução

Os materiais são fontes de inspiração para os seres humanos desde o início da história. A curiosidade e a necessidade impulsionaram a busca pela utilidade das matérias-primas disponíveis, usando a criatividade para definir a forma e a função dos objetos e ferramentas do cotidiano. Instintivamente, sempre houve uma tentativa de aproveitar da melhor maneira os atributos de cada material (Ashby; Johnson, 2011).

A preocupação com a minimização dos impactos ambientais vem aumentando gradativamente a conscientização em relação à necessidade de soluções mais sustentáveis. Ashby e Johnson (2011) elencam alternativas para a redução dos impactos de uso dos produtos, como a redução da extração de matérias-primas através da reciclagem, a miniaturização e a substituição de bens por serviços. Dentre as alternativas, os autores destacam a utilização de materiais renováveis, cuja matéria-prima pode ser cultivada.

Materiais de origem vegetal são provenientes de plantas, cultivadas ou nativas, que após passarem pelas etapas de desenvolvimento, extração, secagem, processamento e acabamento, adquirem as propriedades técnicas e sensoriais para serem utilizadas como matéria-prima no design de produtos ou de novos materiais. Urbaniak, Goluch-Goreczna e Bledzki (2017) destacam que estes materiais permitem uma produção eficiente, uma redução substancial das emissões de CO₂ e a diminuição dos resíduos sintéticos, configurando-se como alternativa econômica e ecológica.

A matéria-prima pode ser extraída de diferentes estruturas das plantas, desde as raízes, caule, galhos, folhas, frutos e sementes, tudo pode ser aproveitado. O porongo (*Lagenaria siceraria*) é um exemplo de material de origem vegetal de ciclo rápido, pois após alguns meses de desenvolvimento os frutos estão prontos para a colheita. No processo de secagem ocorre a perda de aproximadamente 90% do peso em água, resultando em frutos ocos com a parte interna (mesocarpo) poroso e a parte externa (exocarpo) liso e impermeável. Outra característica da espécie são as formas arredondadas e os tamanhos variados, o que favorece a sua utilização como recipiente para alimentos e bebidas. No estado do Rio Grande do Sul é utilizado como matéria-prima para a produção de cuias, recipientes para o preparo do chimarrão, bebida típica da região.

O porongo foi uma das primeiras plantas domesticadas, utilizado há milhares de anos por diversos povos em diferentes continentes. Material isolante, leve e com formas arredondadas, foi empregado empiricamente na produção de recipientes para alimentos e bebidas, em função de suas características e propriedades. Ainda hoje é utilizado como matéria-prima para a produção de recipientes, artesanatos diversos e instrumentos musicais (Burtenshaw, 2003; Kistler *et al.*, 2014).

Os frutos se configuram como uma alternativa de matéria-prima renovável e biodegradável, com ciclo de desenvolvimento rápido, com propriedades isolantes, baixa densidade e propriedades sensoriais distintas.

A metodologia utilizada para a caracterização é dividida nas etapas de coleta dos resíduos, disponibilidade e classificação, propriedades técnicas e propriedades sensoriais. A partir dos resultados da caracterização da microestrutura e das principais propriedades físicas, podem ser pesquisadas possibilidades de processamento para potencializar as possibilidades de aplicação no design de produto.

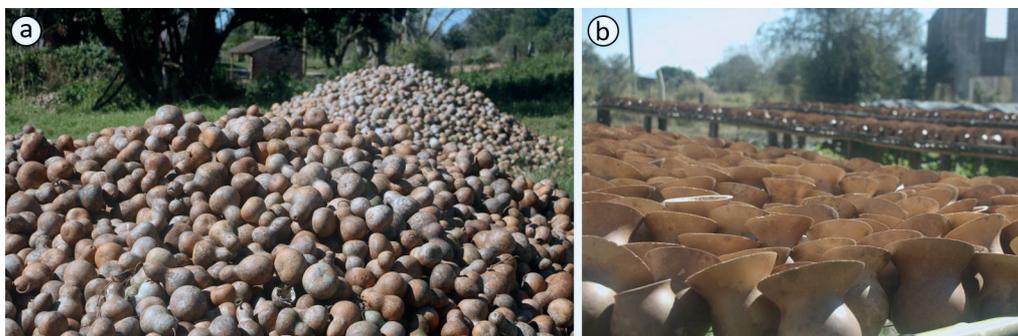
2. Coleta dos Resíduos de Porongo

Os resíduos de porongo foram coletados em duas localidades, Arroio do Só (latitude 29°47' 31.61" Sul, longitude 53° 33' 58.78" Oeste) e Frederico Westphalen (latitude: 27° 21' 27" Sul, longitude: 53°23' 40" Oeste), maiores produtoras estado do Rio Grande do Sul, RS, Brasil. Arroio do Só é um distrito rural da cidade de Santa Maria, na região central do estado do RS. Já Frederico Westphalen fica no norte, na divisa com o estado de Santa Catarina. Em Arroio do Só a Emater/RS atende cerca de 60 produtores e o plantio da cultura chega a 600 hectares (ha). Já em Frederico Westphalen a Emater/RS atende cerca de 30 famílias de produtores.

Devido às variações climáticas de cada região, os frutos produzidos possuem características morfológicas específicas. A região central do estado tem um clima mais seco, com menos precipitações anuais. Os frutos produzidos são chamados de "casco fino" em função da espessura do mesocarpo, de no máximo 10 mm. Já a região norte do estado possui um clima mais úmido, com maior volume de chuvas. Quanto maior a quantidade de chuva que a planta recebe ao longo do seu desenvolvimento, mais espesso vai ser o mesocarpo após o processo de secagem. Os frutos produzidos na região de Frederico Westphalen são chamados de "casco grosso", o mesocarpo tem espessura de 20 mm ou mais.

A visita de campo em Arroio do Só foi realizada no dia 13 de agosto de 2018. Com relação à produtividade das plantas, um dos produtores explicou que no ano de 2017 plantou 25 hectares (ha) e a produtividade média foi de 15 mil frutos por ha. Da totalidade dos frutos produzidos apenas a metade possuía as características morfológicas para serem utilizados na produção de cuias. Na colheita, todos os frutos foram retirados da lavoura e espalhados no pátio da propriedade para a secagem (Figura 1a). Após a secagem, foram selecionados os porongos utilizados para a fabricação de cuias (Figura 1b), cerca de 50% do total.

**Figura 1 – Visita de campo em Arroio do Só:
a) Secagem dos frutos ao ar livre; b) Cuias produzidas.**



Fonte: das autoras

A visita de campo em Frederico Westphalen foi realizada no dia 25 de janeiro de 2019. O contato inicial se deu através da Emater/RS, que é integrante e presta assessoria técnica para a Cooperativa Vale das Cuias. A cooperativa está situada na Linha Brondani, no km 17 da BR 386, em Frederico Westphalen. Com relação ao cultivo, os produtores fazem a alternância das áreas plantadas, com o descanso de um ano entre safras, para evitar a proliferação de pragas. A plantação é rasteira com plantio direto, sem arar a terra antes da semeadura (Figura 2a). Enquanto que os porongos de casco fino, produzidos na região central, têm uma produtividade de cerca de 15 mil frutos por ha, os frutos do casco grosso produzem cerca da metade dessa quantidade, uma média de 7 mil por ha. Além de ter o mesocarpo mais grosso, os frutos são maiores, de modo que as plantas produzem menos unidades.

Com relação ao aproveitamento dos porongos, os produtores relatam que do total cerca de 30% dos frutos têm características morfológicas para a produção de cuias e uns 20% para a produção de artesanato (Figura 2b). Estes são colhidos e os demais são deixados na lavoura, este procedimento é adotado para evitar mais gastos com transporte e armazenamento. Assim, contabilizando os frutos deixados na lavoura mais a parte descartada dos frutos utilizados na produção de cuias, cerca de 75% do total da matéria-prima se converte em resíduo.

Figura 2 – Visita de campo em Frederico Westphalen: a) Plantio direto e cultivo rasteiro dos porongos; b) Secagem dos frutos utilizados para artesanato.



Fonte: das autoras

Outra categoria de resíduos de porongo são os provenientes da produção de cuias propriamente dita, que incluem partes descartadas dos frutos após o primeiro processo de corte e resíduos dos processos secundários de corte e lixa. No primeiro processo de corte os frutos são cortados transversalmente com serra circular e apenas a parte superior é utilizada na fabricação das cuias, a outra parte é descartada (Figura 3a). Já no segundo processo, a parte dos frutos selecionada para a produção de cuias passa por novas operações de corte e lixa que geram como resíduos pequenos pedaços dos frutos e serragem (Figura 3b).

Figura 3 – Resíduos de porongo oriundos da produção de cuias: a) resíduos do primeiro processo de corte; b) resíduos do segundo processo, de corte e lixa.



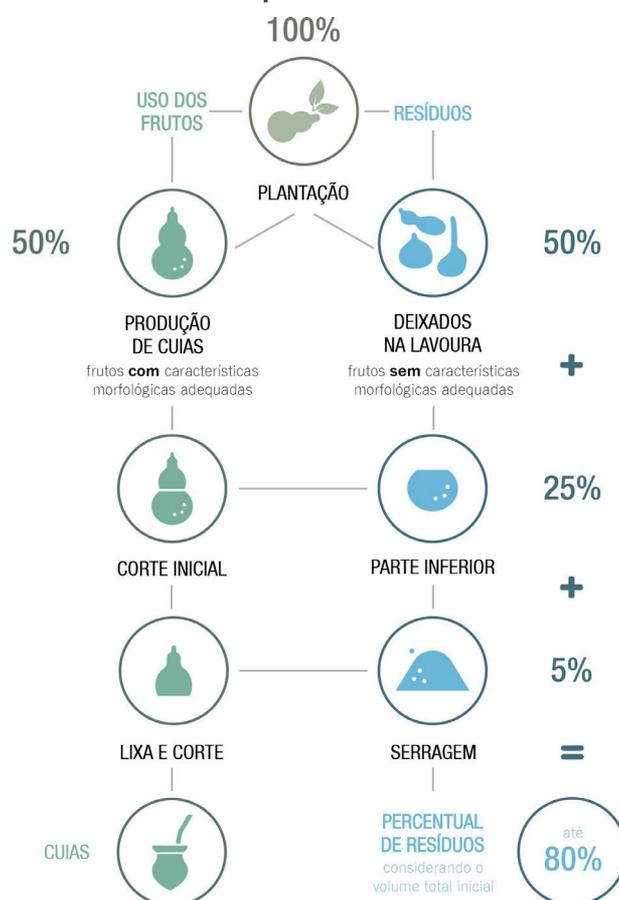
Fonte: das autoras

Com o objetivo de ilustrar o processo de geração de resíduos de porongo ao longo da cadeia produtiva das cuias, foi criado o fluxograma da Figura 4. Nas duas localidades em que os resíduos foram coletados, em Arroio do Só e em Frederico Westphalen, a colheita e a seleção dos frutos são abordadas de maneira diferenciada, entretanto, o volume e a origem dos resíduos gerados são similares.

Inicialmente, na etapa da colheita, em ambos os locais cerca de 50% dos frutos produzidos não possuem características morfológicas para a produção das cuias. A diferença é que em Arroio do Só todos os frutos são colhidos e colocados para secar e a seleção é realizada posteriormente, enquanto que em Frederico Westphalen os frutos que não são adequados para as cuias nem são colhidos e acabam perecendo na lavoura.

No processo de fabricação das cuias os frutos são cortados no sentido transversal separando a parte superior, que será transformada no recipiente, da parte inferior, que se converte em resíduo. Assim, metade do percentual dos frutos utilizados para a produção de cuias é descartada, o equivalente a mais 25 % do volume inicial da produção. Por fim, após o corte e a separação dos frutos, a parte superior dos frutos passa por processos de corte e lixa, onde mais resíduos são gerados: cerca de 5 % do volume inicial. Desse modo, até 80% do volume inicial de frutos produzidos pode acabar se convertendo em resíduos ao longo das etapas do processo de produção de cuias.

Figura 4 – Fluxograma do processo de geração de resíduos de porongo na cadeia produtiva de cuias.



Fonte: das autoras

Considerando os tipos de resíduos gerados no processo de produção de cuias, para a caracterização das principais propriedades optou-se por utilizar os resíduos de frutos inteiros (Figura 1a e Figura 2b), descartados por não apresentarem as características morfológicas para a produção de cuias. A escolha se justifica pela melhor conservação do material, pela manutenção das características morfológicas e por apresentarem maiores possibilidades criativas com relação às formas.

3. Disponibilidade e classificação

O cultivo do porongo é de grande relevância para o estado do RS, é a matéria-prima principal para a produção de cuias para o chimarrão, símbolo da cultura e da tradição do estado. Como o chimarrão é um hábito cotidiano para uma parcela considerável de habitantes do sul do país, a demanda pelos frutos é constante. Trata-se de um cultivo importante para a agricultura familiar do centro e do norte do estado, sendo para muitos produtores a única fonte de renda. De acordo com Carvalho (2010), a instalação das primeiras fábricas de cuias em Arroio do Só, no centro do RS, data de meados da década de 1990, mas o cultivo do porongo é anterior a este período.

Como o cultivo é destinado quase exclusivamente para a produção de cuias, os frutos que não atendem aos requisitos morfológicos são descartados, sendo que apenas uma pequena parcela é utilizada para o artesanato. O percentual de resíduos pode chegar a 80% do volume inicial de frutos produzidos (Figura 4), volume considerável quando comparado com outros materiais de origem vegetal, como a madeira maciça. Para toras com diâmetro acima de 60 cm o volume de resíduos gerados pode chegar a 40% do total. No caso de toras mais finas, com diâmetro entre 20 e 40 cm, o percentual de resíduos gerados pode chegar a 60% do volume inicial (Senai, 2014).

Durante as visitas de campo em Arroio do Só e em Frederico Westphalen, duas categorias principais de resíduos foram identificadas. A primeira contempla os frutos que não apresentam características morfológicas para a produção de cuias, dos quais uma parte é abandonada na lavoura e outra parte é colhida e, após o processo de secagem, fica empilhada ao ar livre, suscetível aos danos das intempéries (Figura 1a e Figura 2b). A segunda categoria inclui os resíduos provenientes da produção de cuias, partes descartadas dos frutos após o primeiro processo de corte e resíduos dos processos secundários de corte e lixa (Figura 3).

Nos resíduos dos processos de corte e lixa, o mesocarpo dos frutos, que é a parte interna e porosa, fica vulnerável e com o passar do tempo acaba mofando e se deteriorando com a ação das intempéries, perdendo as principais características. Já nos resíduos em que os frutos permanecem inteiros o exocarpo atua como uma barreira protetora, praticamente impermeável, que faz com que os frutos permaneçam intactos mesmo após vários meses em contato com intempéries. Neste contexto, para a caracterização do material foram classificados e selecionados os resíduos dos frutos inteiros (Figura 5), dada a importância da conservação do material e da manutenção das características morfológicas e estéticas.

Figura 5 – Frutos descartados, selecionados para a produção dos revestimentos modulares.



Fonte: das autoras

Nos frutos que não são utilizados para a produção de cuias a variação morfológica da espécie fica mais evidente. Como pode ser observado na Figura 5, os frutos descartados são heterogêneos, possuem diferentes formas, dimensões e proporções. Pode-se observar que a coloração do exocarpo varia entre as amostras, bem como a espessura interna do mesocarpo.

4. Propriedades técnicas

Cada material é único em suas características e essa individualidade se dá, basicamente, pela relação entre a estrutura e as propriedades. A estrutura de

um material refere-se ao arranjo dos seus componentes internos e se apresenta em vários níveis, do macroscópico ao subatômico (Callister; Rethwisch, 2012). Quando se trata de materiais de origem vegetal, como é o caso do porongo, a análise da estrutura celular é fundamental para a compreensão do comportamento do material. A anatomia vegetal estuda, por meio de observação e interpretação, as características morfológicas da microestrutura da planta e a partir dessas observações podem ser inferidas descrições sobre diversos aspectos funcionais da amostra (Palombini *et al.*, 2017). Lago (2013) e Nejeliski (2015) caracterizaram a microestrutura do porongo.

Lago (2013) analisou e caracterizou a microestrutura do porongo com o auxílio da microtomografia (μ CT), a partir da qual foi possível obter os percentuais das porosidades total, fechada e aberta e determinar a área e o volume do material. A porosidade é gerada pela presença de espaços vazios, os poros, entre as partículas que formam a matéria. Esses poros variam de tamanho tornando a matéria mais ou menos densa (Silva, 2015). A análise da porosidade é importante na ciência dos materiais, na caracterização de solos, minerais e cerâmicos. Várias propriedades dos materiais dependem da estrutura dos poros e da conectividade dos mesmos (Uliana *et al.*, 2014).

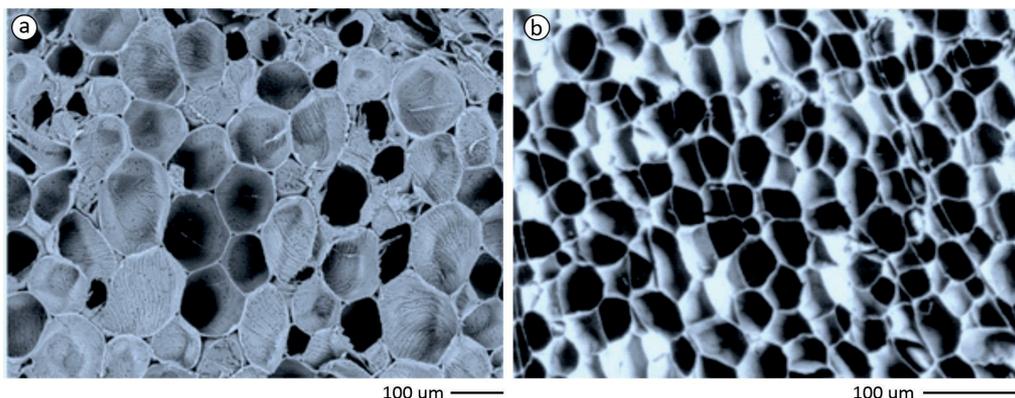
A μ CT das amostras de porongo indicou que, em média, 54% do volume do material correspondem aos espaços vazios dos poros. Ainda, praticamente todos os poros estão interconectados entre si, configurando porosidade aberta. A estrutura do material é heterogênea, com maior concentração de poros na região próxima ao centro do fruto e menor concentração na camada externa (Lago, 2013). Na cortiça, por exemplo, os poros correspondem de 85% a 90% do total, o que, associado à estrutura das paredes celulares e à geometria, confere à cortiça propriedades isolantes (Gil, 2015).

Nejeliski (2015) analisou amostras de porongo no microscópio óptico e no microscópio eletrônico de varredura (MEV). A partir da análise das imagens foi possível observar que a estrutura celular do material é heterogênea, formada por duas camadas distintas, o exocarpo e o mesocarpo. O exocarpo é a camada externa do fruto, micrométrica e com grande adensamento celular, sem espaços entre as células e com maior quantidade de lignina, configurando-se como uma camada lisa, homogênea e praticamente impermeável. Já o mesocarpo é uma camada heterogênea, constituída por células vazias de formato poligonal que aumentam de tamanho progressivamente em direção ao centro do fruto. Por se tratar de um material de origem vegetal, as dimensões dos poros não seguem um padrão uniforme de tamanhos nas amostras.

Ao comparar imagens da estrutura celular do mesocarpo do porongo com a cortiça, pode-se observar que a microestrutura do arranjo das células é similar (Figura 6). No porongo, quanto mais próximo do exocarpo, mais denso é o material e conforme vai adentrando em direção ao centro as dimensões das células aumentam em tamanho, reduzindo a densidade do material.

Foram identificadas três zonas com tamanhos de poros semelhantes. O diâmetro das unidades celulares na porção mais externa, próxima do exocarpo, varia entre 18 μm e 25 μm . Na parte central do mesocarpo fica entre 41 μm e 59 μm , e os valores do diâmetro para os poros localizados na parte interna do mesocarpo ficam entre 96 μm e 138 μm (Nejeliski, 2015). Já uma célula média de cortiça pode ser representada por um prisma de seção hexagonal, com aspecto das células de favo de mel, com dimensões médias entre 30 μm e 40 μm de largura e 35 μm a 45 μm de altura (GIL, 2015).

Figura 6 – Microestrutura: a) Células do mesocarpo do porongo; b) Células da cortiça.



Fonte: das autoras.

Apesar da similaridade entre a estrutura das células do mesocarpo do porongo e da cortiça, os materiais possuem propriedades muito distintas. Enquanto que a estrutura celular da cortiça é homogênea, a do porongo é heterogênea, com variação nas dimensões que aumentam progressivamente em direção ao centro do fruto. Outro fator relevante é a diferença na composição química dos materiais. A cortiça funciona como uma barreira protetora entre os tecidos vivos da árvore e o ambiente externo, estas funções estão diretamente relacionadas com a suberina, um composto vedante (Pereira, 2007).

A suberina também é responsável pela capacidade do material de sofrer grandes deformações sem expansão lateral e com substancial recuperação após a liberação da tensão aplicada (GIL, 2015). Já no porongo,

foi identificada a presença de lignina nas paredes celulares, com redução progressiva da substância nas camadas mais internas (Nejeliski, 2015). A lignina é responsável pela dureza e resistência do material.

Com relação às propriedades físicas, Nejeliski e Duarte (2019) realizaram ensaios de análise termogravimétrica (ATG), teor de umidade, teor de absorção de água, densidade básica e densidade aparente do porongo. Como resultado da ATG, os gráficos termogravimétricos apresentaram picos muitos similares aos gráficos de espécies de madeira, indicando que a composição química de ambos é similar. Com relação ao ensaio de absorção de água, as amostras obtiveram um aumento de massa de 150% até a saturação, corroborando a permeabilidade do material (Nejeliski; Duarte, 2019).

A variação nas dimensões das células e, conseqüentemente, nos espaços vazios na parte interna das mesmas, configura-se em quantidades relativas distintas entre massa de material celular e volumes vazios em cada setor. Esta razão está diretamente relacionada com a densidade do material, que pode ser considerado um material de densidade heterogênea. A densidade média encontrada para o porongo foi de $0,124 \text{ g/cm}^3$, considerada muito baixa, semelhante à densidade de algumas espumas poliméricas (Nejeliski; Duarte, 2019).

A partir das informações da caracterização da microestrutura e das propriedades físicas, o porongo pode ser caracterizado como um material leve, permeável e isolante. A baixa densidade se deve à grande quantidade de espaços vazios nas células. A comunicação entre as células se dá de forma muito eficiente, através de micro canais, de modo que é um material com alta permeabilidade. A estrutura porosa configura um material isolante, devido ao ar presente no interior das células (Nejeliski, 2015).

De acordo com Silva (2015), quanto maior a porosidade do material, maior a absorção de água e menor a massa específica, a condutibilidade térmica, a resistência à abrasão, à corrosão e a resistência mecânica. Com relação às propriedades mecânicas do porongo, não foi possível produzir os corpos de prova de acordo com as normas, em virtude das características heterogêneas e orgânicas do material (Nejeliski, 2015).

6. Propriedades sensoriais

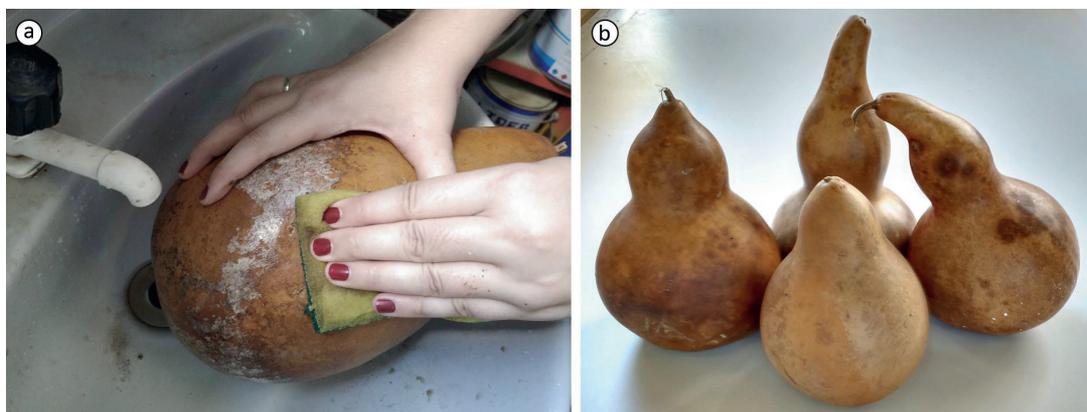
Dias (2009) observou que os indivíduos expressam o seu conhecimento acerca dos materiais de diferentes maneiras: a partir da identificação da natureza dos materiais, do reconhecimento de suas características sensoriais e de questões estéticas, simbólicas e culturais. Neste contexto, um dos requisitos no uso do porongo deve

ser a valorização das suas características inerentes, especialmente as propriedades sensoriais, de modo que os usuários possam identifica-lo e fazer associações.

Calegari e Oliveira (2014) destacam a relação das propriedades sensoriais, do tato e da visão com a percepção de conforto e de agradabilidade que um material pode transmitir. Este aspecto se confirmou na pesquisa de Nejeliski, Duarte e Piccoli (2018), que avaliou a percepção das propriedades sensoriais do porongo em comparação com amostras de madeira e de materiais derivados. Como resultado, o material foi identificado como natural, sustentável, esteticamente agradável, leve e quente, sendo que a percepção de que um material é quente está relacionada com a sensação de conforto do uso do mesmo. Este é um atributo característico da madeira e é muito explorado no design de móveis e ambientes.

A partir destas considerações, o objetivo é manter as características naturais do porongo e valorizar suas propriedades sensoriais. O processo de beneficiamento do material tem início com a limpeza do exocarpo dos frutos. Durante o processo de secagem, uma película muito fina de coloração esbranquiçada forma-se sobre o exocarpo, encobrendo a textura natural do material. Essa película é facilmente removida com água e a parte abrasiva de uma esponja doméstica (Figura 7a).

Figura 7 –Limpeza do exocarpo dos frutos: a) Remoção da película; b) Aspecto dos frutos após a limpeza.



Fonte: das autoras.

Na sequência, os frutos são colocados sob água corrente para a remoção dos resíduos. O excesso de água é retirado com um pano seco e após alguns minutos, os frutos secam e a textura do exocarpo fica uniforme (Figura 7b). A textura do exocarpo é lisa, de toque aveludado. A coloração não é uniforme e a intensidade das cores varia em cada fruto. O aspecto da camada externa dos frutos contrasta com a parte interna. O mesocarpo tem coloração mais clara, em virtude da menor concentração de lignina na composição química (Nejeliski, 2015).

A coloração da parte interna é homogênea e não varia muito entre frutos diferentes. A textura do mesocarpo é mais áspera, o que se deve à estrutura celular formada por poros de dimensões variadas. Quanto mais próximo do centro do fruto, mais áspera e porosa é a textura. A Figura 8 mostra os frutos após o beneficiamento inicial para a produção das cuias: a limpeza do exocarpo, o corte transversal e o lixamento do mesocarpo. O contraste entre as cores e texturas do exocarpo (Figura 8a) e do mesocarpo (Figura 8b) pode ser observado.

Figura 8 – Contrastes de texturas e cores: a) Exocarpo, textura aveludada e coloração mais escura; b) Mesocarpo, textura porosa e coloração mais clara.



Fonte: das autoras.

Em um primeiro contato visual com o porongo, um aspecto que chama a atenção são as formas orgânicas e arredondadas dos frutos. Uma das principais características da espécie é a variação morfológica, os frutos podem ser alongados, cilíndricos, curvados, redondos ou mesmo cônicos. Podem medir de poucos centímetros até mais de um metro, podem ser achatados ou alongados, mas em todos os casos, têm formas arredondadas (Figura 9).

Figura 9 – Formas orgânicas e arredondadas dos frutos: a) Frutos inteiros; b) Frutos após processo de corte.



Fonte: das autoras.

Para a produção das cuias os formatos mais utilizados e que atendem aos requisitos para a produção dos recipientes são o piriforme (em formato de pêra) e o octoforme (em formato do número oito) variando entre si a espessura da casca. Ambos os formatos são encontrados em frutos do casco grosso e do casco fino. As formas arredondadas e orgânicas são únicas em cada fruto, são diferenciais estéticos do material. Estas características podem ser observadas nos frutos inteiros (Figura 9a) e após o processo de beneficiamento, independente do sentido do corte nos frutos, as formas orgânicas se mantêm e se destacam (Figura 9b).

Na produção de artesanatos com o porongo é recorrente o uso de tintas que encobrem as características naturais do material. Ao realizar testes de impermeabilização do mesocarpo dos frutos com resina poliuretana de óleo de mamona, Nejeliski (2015) observou que a resina altera a cor e a textura do material. Estudos comprovaram a importância da percepção das características naturais dos materiais pelos usuários (Nejeliski; Duarte; Piccoli, 2018) e pelos designers (Calegari, 2013).

7. Considerações finais

O porongueiro é uma planta de hábito tropical e adapta-se muito bem em qualquer clima, possui ciclo produtivo anual e alta produtividade, entre 9.000 e 10.000 frutos por hectare. Com relação ao manejo de matérias-primas vegetais, um dos percalços é o tempo de desenvolvimento da planta até adquirir as características necessárias para se transformar em matéria-prima aproveitável. A maioria das madeiras demora mais de vinte anos para maturar, com exceção do eucalipto e do pinus plantados. O bambu, que é considerado uma planta de maturação rápida, leva cerca de três anos para estar em condições de ser utilizado. Já a colheita do porongo é anual, ou seja, seu ciclo é ainda mais curto que o do bambu, o que faz com que seja uma interessante alternativa de matéria-prima natural de fonte renovável de ciclo rápido.

Pelas suas características peculiares de forma, estrutura e superfície, o porongo é um material natural diferenciado. Apesar de ser um cultivo extremamente antigo existem poucas pesquisas científicas sobre o material e os artefatos oriundos do fruto são confeccionados artesanalmente, a partir de conhecimentos empíricos. Nos locais onde é cultivado e beneficiado, é fonte de geração de renda para pequenos agricultores e artesãos. No sul do

Brasil, na Argentina e no Uruguai é a principal matéria-prima para a produção das cuias, recipientes para o chimarrão. O processo produtivo das cuias é artesanal e o percentual de resíduos gerados ao longo das etapas é alto, podendo chegar a 80% do volume inicial de frutos colhidos.

Dos resíduos de porongo gerados ao longo do processo produtivo das cuias, uma pequena parte é utilizada para a produção de artesanato e o restante é descartado. A partir de um estudo sistemático de caracterização dos resíduos e da identificação de suas principais propriedades, podem surgir novas aplicações, bem como uma qualificação do que já é produzido. Com um melhor aproveitamento dos resíduos do fruto na confecção de outros artefatos, toda a cadeia produtiva aumenta, assim como o número de pessoas beneficiadas com o processo.

Referências

- ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara. **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- BURTENSHAW, Mike. **The first horticultural plant propagated from seed in New Zealand: Lagenaria siceraria**. New Zealand Garden Journal, 2003.
- CALEGARI, Eliana P. **Estudo da aplicação de compósitos biodegradáveis à base de biopolímero e fibras de curauá no design de produto**. 2013. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- CALEGARI, Eliana P.; OLIVEIRA, Branca F. de. **Aspectos que influenciam a seleção de materiais no processo de design**. Arcos Design, v. 8, n. 1, p. 01-19, 2014.
- CALLISTER, William D.; RETHWISCH, David G. **Ciência e engenharia dos materiais: uma introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- CARVALHO, A. **Transformações socioespaciais e desenvolvimento rural no 5º distrito de Santa Maria/RS, Arroio do Só**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Geografia) –Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- DIAS, Maria R. A. C. **Percepção dos materiais pelos usuários: modelo de avaliação permatius**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.
- GIL, Luís. **Cortiça na construção sustentável e energeticamente eficiente**. Lisboa: Chiado Editora, 2015.
- KISTLER, Logan; MONTENEGRO, Álvaro; SMITH, Bruce D.; GIFFORD, John E.; GREEN, Richard E.; NEWSOM, Lee A.; SHAPIRO, Beth. Transoceanic drift and the domestication of African bottle gourds *in the Americas*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 111, n. 8, 2014.
- LAGO, Tatiana. **Caracterização e impregnação polimérica do porongo (Lagenaria siceraria) visando aplicação no design de biojóias**. 2013. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- NEJELISKI, Danieli M. **O porongo (Lagenaria siceraria) como matéria-prima para a produção de recipientes: caracterização e impermeabilização**. 2015. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- NEJELISKI, Danieli; DUARTE, Lauren da C.; PICCOLI, Mariana. **Percepção material do porongo (Lagenaria siceraria) em relação à madeira e derivados**. 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Joinville, SC, 2018.

- NEJELISKI, Danieli; DUARTE, Lauren da C. **Caracterização do porongo (*Lagenaria siceraria*):** análise termogravimétrica, determinação do teor de umidade, da densidade básica e da densidade aparente. DATJournal, v. 4, n. 1, p. 14-26, 2019.
- PALOMBINI, F. L.; KINDLEIN JR., W.; SILVA, F. P.; MARIATH, J. E. A. **Design, biônica e novos paradigmas:** uso de tecnologias 3D para análise e caracterização aplicadas em anatomia vegetal. Design & Tecnologia, v. 13, p. 46-56, 2017.
- PEREIRA, Helena. **Cork:** biology, production and uses. Amsterdam: Ed. Elsevier, 2007.
- SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Madeira:** matéria-prima para o design. São Paulo: SENAI – SP Editora, 2014.
- SILVA, Vinício C. da. **Medida de porosidade em SiC através de processamento digital de imagens.** 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- ULIANA, D.; KAHN, H.; CONTESSOTTO, R.; ANTONIASSI, J. J. **Microtomografia de alta resolução no setor mineral.** Holos, v. 30, n. 3, p. 11-19, 2014.
- URBANIAK, Magdalena; GOLUCH-GORECZENA, Roma; BLEDZKI, Andrzej K. **Natural cork agglomerate as an ecological alternative in constructional sandwich composites.** Bioresources, v. 12, n. 3, p. 5512-5524, 2017.

Como citar este capítulo (ABNT)

NEJELISKI, D.M.. DUARTE, L.C.. Caracterização dos resíduos de porongo (*Lagenaria siceraria*) para o aproveitamento no design de produto. In: OLIVEIRA, G.G. de.. NÚÑEZ, G.J.Z.. PASSOS, J. E.. **Design em Pesquisa** – Volume 6. Porto Alegre: Marcavísal, 2024. p. 9-24. E-book. Disponível em <http://www.ufrgs.br/iicd/publicacoes/livros>. Acesso em outubro de 2024.

Como citar este capítulo (Chicago)

NEJELISKI, D.M.. DUARTE, L.C.. Caracterização dos resíduos de porongo (*Lagenaria siceraria*) para o aproveitamento no design de produto. In: Design em Pesquisa – Volume 6 edited by Geísa Gaiger de Oliveira, Gustavo Javier Zani Núñez, Jaire Ederson Passos, p. 9-24. Porto Alegre: Marcavísal. 2024. <http://www.ufrgs.br/iicd/publicacoes/livros>.