



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102017026028-3 A2



(22) Data do Depósito: 04/12/2017

(43) Data da Publicação Nacional: 25/06/2019

(54) **Título:** DISPOSITIVO PARA ANÁLISE E RECONHECIMENTO DE IMAGEM PARA ESTUDO DO COMPORTAMENTO DIMENSIONAL (INCHAMENTO E CONTRAÇÃO) DE MATERIAIS HIGROSCÓPICOS

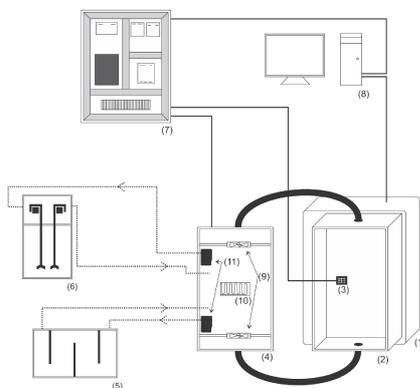
(51) **Int. Cl.:** H01L 23/00; H01L 23/26.

(52) **CPC:** H01L 23/00; H01L 23/26.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA.

(72) **Inventor(es):** DAVID ROCHA MILSTED; IVAN VENSON.

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO PARA ANÁLISE E RECONHECIMENTO DE IMAGEM PARA ESTUDO DO COMPORTAMENTO DIMENSIONAL (INCHAMENTO E CONTRAÇÃO) DE MATERIAIS HIGROSCÓPICOS. A determinação do comportamento higroscópico de um material, ou seja, o quanto e como esse material sofre inchamento ou contração é de fundamental importância quando esse material é utilizado. Porém, o método padrão de determinação é demorado, pouco preciso e sujeito a erros humanos. Para aperfeiçoar o estudo do comportamento dimensional de materiais higroscópicos se sugere a não-remoção do material do ambiente com temperatura e umidade relativa do ar controladas, a fim de evitar interferências no equilíbrio higroscópico e alteração dimensional indesejada. Essa melhoria é possibilitada por meio da utilização de um equipamento coletor de imagens (1) em um ambiente hermético (2 e 4) o qual pode ter sua temperatura e umidade relativa do ar controladas. O controle climático é realizado a partir de um sistema computacional (8) que aciona, por meio de uma interface I/O de controle (7), secador (5), umidificador (6) e aquecedor (10) de ar. O reconhecimento e análise de imagem também é realizada pelo sistema computacional, o qual solicita as imagens e informa (a) a variação dimensional da(s) amostra(s), (b) o ponto de saturação de materiais higroscópicos e (c) os percentuais de (...).



DISPOSITIVO DE RECONHECIMENTO E ANÁLISE DE IMAGEM PARA ESTUDO DO COMPORTAMENTO DIMENSIONAL DE MATERIAIS HIGROSCÓPICOS (INCHAMENTO E CONTRAÇÃO)

Campo da Invenção

[001]. A presente invenção refere-se a um dispositivo eletrônico de reconhecimento e análise de imagem que possibilita o estudo do comportamento dimensional (inchamento e contração) de materiais higroscópicos de forma automatizada.

Fundamentos da Invenção e Estado da Técnica

[002]. Materiais higroscópicos reagem com o ambiente em que se encontram adsorvendo ou cedendo moléculas de água para o ambiente em que estão presentes, caso não estejam selados. Conforme a presença de água no ambiente na forma de vapor d'água, expressa pela umidade relativa do ar, entra em contato com as superfícies dos materiais higroscópicos, estes reagem adsorvendo ou cedendo água que passará do ar para o material e vice-versa, até atingir um estado de equilíbrio com o ambiente (que é variável, depende da temperatura do ar e da quantidade de vapor d'água presente no ar). Sob certas condições, este fenômeno poderá provocar alterações nas dimensões do material higroscópico (inchamento ou contração), entre outras propriedades. Alguns materiais, como, por exemplo, a madeira e seus derivados, além de higroscópicos (capacidade de reagir com água do ar ambiente) são anisotrópicos (não-isotrópicos), isto é, a alteração das dimensões de um corpo de prova deste material ocorre de forma desuniforme nos diferentes planos espaciais. No caso da madeira, para os ensaios de caracterização da madeira, esses planos espaciais são

referenciados quanto ao posicionamento da amostra em relação ao eixo longitudinal à árvore em pé, sendo definidos os três planos principais: transversal, longitudinal radial e longitudinal tangencial.

[003]. O processo de adsorção e dessorção de água pelo material do qual é composto a madeira é um fenômeno físico constante que ocorre continuamente ao longo do tempo de utilização da madeira em serviço. Além disso, madeiras de diferentes espécies arbóreas apresentam comportamento diferentes em relação ao fenômeno de interação com a água. Madeiras de espécies diferentes apresentam diferenças nas taxas de inchamento ou contração devidas à adsorção ou dessorção de água, além de apresentarem diferentes capacidades máximas de saturação de água e, por consequência, o ponto de estabilização da variação dimensional é distinto em madeiras de diferentes espécies de árvores. Os fenômenos relacionados com a capacidade de adsorver ou perder água e, por consequência, as taxas de inchamento e contração são denominadas de 'Comportamento higroscópico'. O conhecimento detalhado do comportamento higroscópico de um material é de fundamental importância quando da sua utilização para diferentes utilizações.

[004]. Em geral, a determinação da variação dimensional é realizada colocando-se a amostra do material em uma estufa laboratorial e, periodicamente, retirada e medida manualmente com o uso de um paquímetro. Algumas propriedades são aferidas combinando a técnica descrita com a pesagem do corpo de prova, como massa específica do material, teor de umidade, umidade de equilíbrio e o comportamento higroscópico, enquanto outras necessitam de marcações sobre o corpo de prova.

Descrição da abordagem do problema técnico

[005]. Através dos procedimentos atuais descritos acima, a obtenção destas informações é demorada e com baixa precisão, além da necessidade de muitas medições repetitivas para a determinação de uma única amostra. Como a determinação é realizada de forma manual, é de difícil repetibilidade e sujeita a falhas de leitura por parte do operador, pois é grandemente dependente da acuidade visual do operador.

[006]. A invenção substituirá a tarefa de medições contínuas e de forma manual por um procedimento automático e aperfeiçoado da determinação das variações dimensionais de um material higroscópico provocadas por variações de umidade relativa do ar.

[007]. Esta tarefa é solucionada de acordo com a parte de caracterização das reivindicações 1, 2, 3, 4 e 5. De acordo com estas, é possível criar condições ambientais dentro do sistema fechado cuja temperatura e a umidade relativa do ar podem ser controladas com precisão a fim de avaliar o comportamento de amostras sob condições específicas. Através do equipamento coletor de imagens acoplado, que pode ser, por exemplo, um escâner ou uma câmera digital, imagens digitais dessas amostras são obtidas as quais permitirão que um sistema computacional realize a análise e reconhecimento sem a necessidade da retirada das amostras do ambiente climatizado.

[008]. A invenção possui a vantagem de que os corpos de prova do material higroscópico não necessitam ser removidos do ambiente climatizado para aferição de medidas, o que tornará a medição de alta precisão pois o material não irá sofrer perturbações no seu equilíbrio higroscópico no momento da medição.

[009]. As imagens obtidas poderão ser utilizadas para determinação de outras informações, além das dimensões de corpos de

prova, através do reconhecimento de informações presentes na imagem da superfície dos mesmos como descrito nas reivindicações 6 a 16.

[010]. O processo que realiza a obtenção dos índices de contração e inchamento encontra-se descrito nas reivindicações de 6 a 9.

[011]. O processo que realiza a determinação do ponto de saturação está descrito nas reivindicações de 10 a 14.

[012]. O processo que estima os percentuais dos tecidos denominados 'Lenho Inicial' e 'Lenho Tardio' de corpos de prova de madeira está descrito nas reivindicações de 15 e 16. Esta denominação ocorre devido à tradução dos termos em inglês "Early wood" e "Late Wood" que, em português tradicionalmente é traduzido como 'Lenho Inicial' e 'Lenho Tardio', respectivamente.

[013]. A patente US3365699, de 23 de janeiro de 1968, versa sobre um aparato que realiza inspeção dimensional automática de um objeto. A invenção proposta diferencia-se dessa referida por:

- a) Princípio de funcionamento – o aparato utiliza uma fonte de luz e um ou mais sensores de luz para detecção do tamanho por meio de comparação com um modelo de tamanho pré-configurado. Caso a luz atinja um sensor e, com isso, suas dimensões estejam inapropriadas, o objeto é detectado como impróprio. Na invenção proposta, utiliza-se uma imagem do(s) objeto(s) e a partir dessa imagem é que as dimensões são aferidas, retornando o tamanho exato do(s) objetos(s).
- b) Inspeção do ambiente – o aparato não leva em consideração a variação climática do ambiente, enquanto a invenção proposta determina, modifica e controla, dentro de seu recipiente hermético, as condições ambientais nas quais o(s) objeto(s) está(ão) inserido(s).

- c) Objetivo – o aparato visa o descarte de peças inapropriadas, enquanto a invenção proposta visa avaliar a resposta do(s) objeto(s) à mudanças ambientais.

[014]. A patente US3565072, de 23 de fevereiro de 1971, versa sobre um aparato de controle de ambiente climático de uma câmara. A invenção proposta diferencia-se dessa referida por:

- a) Equipamentos componentes diferenciados – o aparato realiza o aquecimento do ar a partir de um trocador de calor, enquanto a invenção proposta utiliza de uma resistência elétrica.
- b) Recirculação de ar – o aparato não realiza a recirculação de ar, tratando o ar que será injetado no ambiente e expelindo o ar presente. A invenção proposta recircula o ar, simulando com maior precisão as condições em que o material é empregado.
- c) Objetivo – o aparato em nenhum momento realiza a inspeção dimensional do que está inserido no ambiente controlado, enquanto a invenção proposta visa alterar as condições climáticas e a partir desta alteração verificar a resposta do(s) objeto(s) inserido(s) no ambiente controlado.

Descrição detalhada da Invenção

Visão Geral do Equipamento

[015]. Os corpos de prova são colocados dentro do campo de visão do Coletor de Imagens (1) no Recipiente Hermético que, para fins de exemplo em acordo com a reivindicação 3, se encontra dividido em dois recipientes interconectados: Câmara de Análise (2) e Câmara

de Controle (4), a qual abriga o(s) Sensor(es) de Umidade e Temperatura(3) e os equipamentos para controlar as propriedades do ar: velocidade e sentido do fluxo (ventoinhas (9)), temperatura (aquecedor (10)) e umidade relativa a partir do envio, por compressores de ar (11), para o Secador (5) e para o Umidificador (6). A ativação desses equipamentos ocorre por meio de uma Interface I/O de Controle (7), a qual abriga um software embarcado (Processo nº BR 51 2017 001138-9) que gerencia a distribuição de energia para os equipamentos necessários, se comunicando e buscando atender às solicitações do Sistema Computacional (8), o qual solicita condições climáticas e digitalizações de imagem a partir de um software (Processo nº BR 51 2017 001139-7).

Recipiente Hermético

[016]. É o recipiente que abriga uma massa de ar que não deverá ter contato com o ar externo uma vez que o recipiente for fechado. Também abriga aparatos para modificar e atingir as condições de temperatura e umidade relativa do ar necessárias para se avaliar as reações dos corpos de prova. Os equipamentos são:

- (a) Sensor(es) de Umidade e Temperatura – envia à interface I/O de controle e, por conseguinte, ao sistema computacional a condição atual do ar contido no recipiente hermético.
- (b) Coletor de imagens – quando solicitado envia ao sistema computacional imagens do material que está sendo analisado para ser realizado processamento da informação.
- (c) Dispositivo de circulação do ar– realizam a movimentação do ar, podendo ser realizada nos sentidos horário e anti-horário.
- (d) Dispositivo de aquecimento do ar– realiza o aquecimento do ar.

- (e) Dispositivo de umidificação do ar – aumenta a umidade relativa do ar que está contido no recipiente hermético.
- (f) Dispositivo de secagem do ar – reduz a umidade relativa do ar que está contido no recipiente hermético.

Exemplos

[017]. No exemplo de forma de apresentação de acordo com a Figura 1 é previsto um sistema fechado que possibilita a criação de ambientes de umidade relativa do ar entre 0% e 100%, e análise do comportamento dos corpos de prova de um material higroscópico, por exemplo, madeira, à essas variações, ou seja, o seu inchamento e contração devidos a adsorção e dessorção da água presente no ar na forma de vapor d'água. As amostras são colocadas na Câmara de Análise (2), a qual está montada sobre um digitalizador de imagem (1). Esta câmara está conectada à Câmara de Controle (4), a qual controla o sentido e a velocidade do fluxo de ar por meio de ventoinhas (9), a temperatura por meio de uma resistência elétrica (10) e o acionamento de compressores de ar (11) os quais realizam, respectivamente, o envio do ar para o secador (5) e para o umidificador (6). A ativação dos componentes da Câmara de Controle ocorre por meio da Interface I/O de Controle a qual distribui a energia para os equipamentos conforme o procedimento do teste a ser realizado, isto é, se for necessário submeter a madeira a um ambiente mais seco, o secador de ar será ativado para criar a condição necessária. O sistema computacional é o responsável pelas solicitações de condições climáticas e de imagens ao digitalizador. A partir da recepção das imagens realiza a extração das informações, as quais podem apresentar (a) a variação dimensional apresentada pelo(s) corpo (s) de prova como resposta ao estímulo da variação da umidade

relativa do ar, (b) o ponto de saturação das fibras, isto é, em que teor de umidade a madeira deixa de ter variação dimensional e (c) os percentuais dos tecidos lenhos inicial e tardio (quantidade de tecidos de madeira de diferentes densidades que se formaram em períodos climáticas diferentes (inverno/verão; época de maior ou menor luminosidade e pluviosidade; competição entre indivíduos, etc.).

REIVINDICAÇÕES

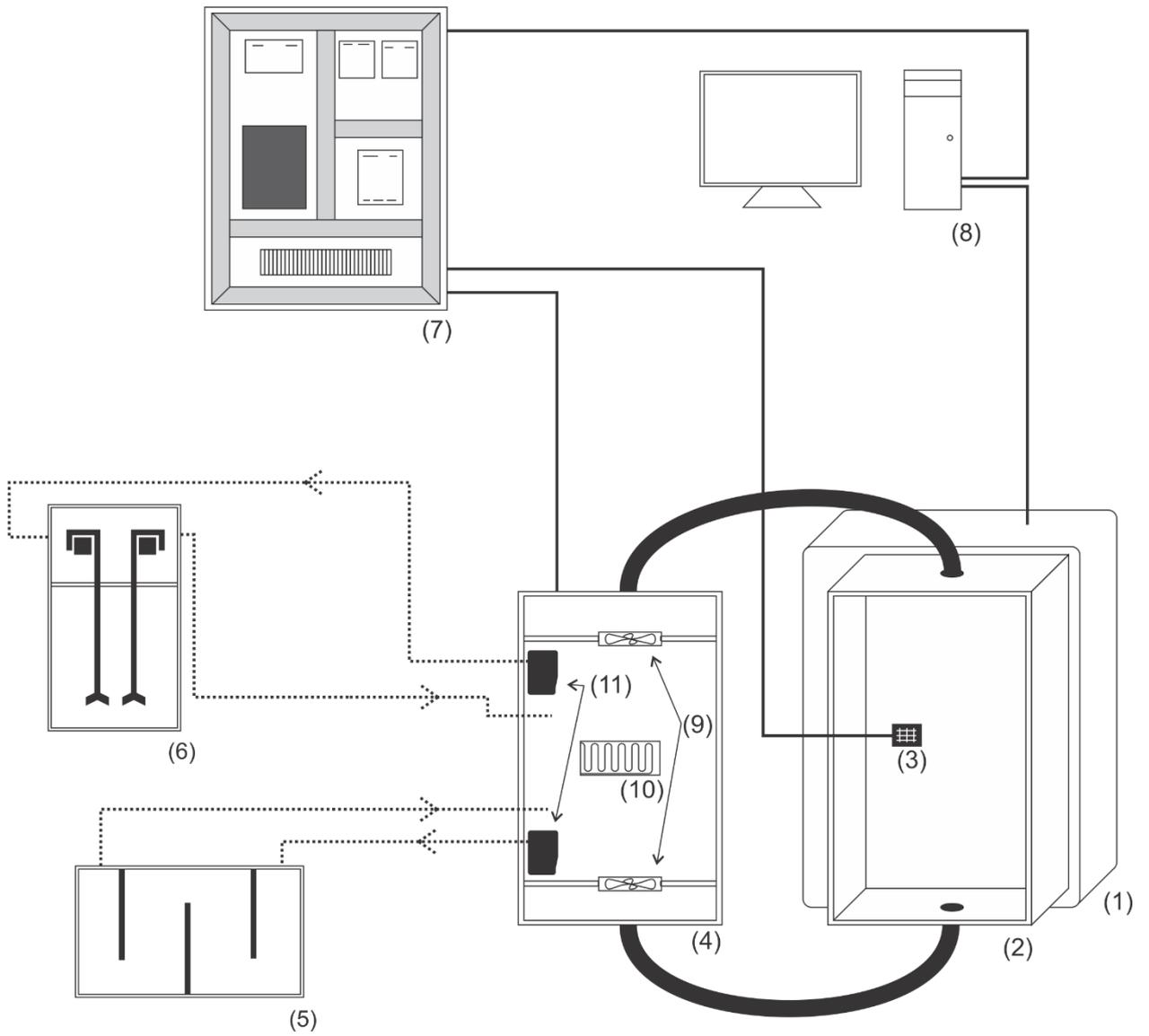
- 1) Dispositivo para análise e reconhecimento de imagem para estudo do comportamento dimensional (inchamento e contração) de materiais higroscópicos, caracterizado por conter equipamento coletor de imagens (1) que pode conter ou estar contido em um recipiente hermético (2 e 4) cujas condições ambientais (umidade relativa do ar e temperatura do ar) podem ser monitoradas, aferidas e controladas por meio de um sistema computacional (8) e interface I/O de controle (7).
- 2) Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender equipamento coletor de imagens como um digitalizador da luz refletida por objetos estáticos, o qual retorna um arquivo digital de imagem estática e bidimensional.
- 3) Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por conter recipiente hermético que armazena uma massa de ar, podendo não ser somente um recipiente único como também constituído por vários recipientes interconectados.
- 4) Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por conter um recipiente hermético o qual porta sensor(es) de umidade relativa do ar e sensor(es) de temperatura (3), e possui tratamento do ar a partir de, no mínimo, um umidificador (6), de um aquecedor (10) e de um secador (5) de ar.
- 5) Dispositivo, de acordo com pelo menos uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que como material de construção do(s) recipiente(s) é previsto qualquer material que permita um isolamento hermético do ar.

- 6) Processo de análise do comportamento dimensional (inchamento e contração) de materiais higroscópicos não-deliquescentes por meio de análise e reconhecimento de imagem, caracterizado por receber imagens bidimensionais do material analisado e determinar as dimensões do(s) corpo(s) de prova e, através da comparação das dimensões obtidas através de imagens sequenciais, determinar seu índice de inchamento e contração.
- 7) Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que os materiais analisados devem manifestar variações dimensionais devido à sua higroscopicidade, seja ela por adsorção ou dessorção.
- 8) Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que altera a temperatura e umidade relativa do ar para provocar variações dimensionais no(s) corpo(s) de prova.
- 9) Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a análise dimensional do corpo de prova ocorre via software, o qual detecta o(s) corpo(s) de prova, realiza a medição de sua(s) dimensão(ões) nos eixos X e Y em pixels, armazena o instante de tempo junto dos valores medidos e, ao final do processo, calcula os índices de inchamento e/ou contração do material.
- 10) Processo de análise do ponto de saturação de materiais higroscópicos não-deliquescentes por meio de análise de imagem, caracterizado por receber imagens bidimensionais do material analisado e detectar a mínima variação dimensional a partir da comparação de imagens sequenciais.

- 11) Processo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que os materiais analisados devem manifestar variações dimensionais devido à sua higroscopicidade, seja ela por adsorção ou dessorção.
- 12) Processo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que altera a temperatura e umidade relativa do ar para provocar variações dimensionais no(s) corpo(s) de prova.
- 13) Processo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a análise da variação dimensional do corpo de prova ocorre via software, o qual compara, para dessorção, os pixels da última imagem obtida com os da primeira e detecta o momento em que ocorre o início da variação (contração); para adsorção, os pixels da última e da penúltima imagem, e detecta o momento em que ocorre o término da variação (inchamento).
- 14) Processo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por utilizar a gravimetria para se determinar o percentual de água presente dentro da estrutura do corpo de prova no momento da detecção da variação.
- 15) Processo de análise dos percentuais dos tecidos "Lenho Inicial" e "Lenho Tardio" de corpos de prova de madeira que apresentam diferenciação visual entre esses tecidos por meio de análise de imagem, caracterizado por receber imagem(ns) bidimensional(is) do material analisado e calcular o percentual de cada lenho.
- 16) Processo, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado por receber a imagem contendo um ou mais corpos de prova, detectar o(s) corpo(s) de prova, seccionar a imagem para

conter apenas o(s) corpo(s) de prova evitando o fundo, transformar cada imagem de Em Cores para Escala de Cinza, aplicar o filtro Limiar (threshold) em ajuste automático para transformar a(s) imagem(ns) em Preto e Branco, obter o total de pixels de cada imagem, contar as quantidades de pixels brancos os quais representam o Lenho Inicial e as quantidades de pixels pretos os quais representam o Lenho Tardio e calcular o percentual de cada um desses em relação ao total de cada imagem.

DESENHOS



RESUMO**DISPOSITIVO DE ANÁLISE E RECONHECIMENTO DE IMAGEM PARA ESTUDO DO COMPORTAMENTO DIMENSIONAL (INCHAMENTO E CONTRAÇÃO) DE MATERIAIS HIGROSCÓPICOS**

A determinação do comportamento higroscópico de um material, ou seja, o quanto e como esse material sofre inchamento ou contração é de fundamental importância quando esse material é utilizado. Porém, o método padrão de determinação é demorado, pouco preciso e sujeito a erros humanos. Para aperfeiçoar o estudo do comportamento dimensional de materiais higroscópicos se sugere a não-remoção do material do ambiente com temperatura e umidade relativa do ar controladas, a fim de evitar interferências no equilíbrio higroscópico e alteração dimensional indesejada. Essa melhoria é possibilitada por meio da utilização de um equipamento coletor de imagens (1) em um ambiente hermético (2 e 4) o qual pode ter sua temperatura e umidade relativa do ar controladas. O controle climático é realizado a partir de um sistema computacional (8) que aciona, por meio de uma interface I/O de controle (7), secador (5), umidificador (6) e aquecedor (10) de ar. O reconhecimento e análise de imagem também é realizada pelo sistema computacional, o qual solicita as imagens e informa (a) a variação dimensional da(s) amostra(s), (b) o ponto de saturação de materiais higroscópicos e (c) os percentuais de lenho inicial e tardio de corpos de prova de madeira.