



Experiências no projeto de extensão “O uso de tecnologias 3D em instituições culturais”

Caroline Brum Machado¹; Fabio Pinto da Silva²; Paulo Victor de Farias Dantas²; Pedro Arthur Bueno Silva³

¹Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - FABICO/UFRGS

²Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - FA/UFRGS

³Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - IF/UFRGS

E-mail: carolinebrum23@yahoo.com.br

Resumo

O presente artigo apresenta o Projeto de Extensão "O uso de tecnologias 3D em instituições culturais", com enfoque para as ações voltadas para a acessibilidade e a formação multidisciplinar da equipe. Para isso, propomos, inicialmente, a conceitualização das tecnologias 3D, abordando as diferentes áreas de conhecimento envolvidas no processo de virtualização de objetos físicos e materialização de modelos virtuais. Em seguida, apresentamos a legislação que ampara a reprodução tátil de obras para fins de acessibilidade, e também discorremos sobre a difusão, no ambiente acadêmico e junto a instituições culturais, do trabalho desenvolvido. Com o exposto, enfatizamos a importância da multidisciplinaridade entre o grupo de discentes e das atividades desenvolvidas, a fim de promover a integração acadêmica e social no âmbito da extensão universitária.

Palavras-chave: digitalização 3D, réplicas táteis, impressão 3D.

Resumen

Este artículo presenta el Proyecto de Extensión “El uso de tecnologías 3D en instituciones culturales”, centrándose en acciones dirigidas a la accesibilidad y la formación de equipos multidisciplinares. Para ello, proponemos inicialmente la conceptualización de las tecnologías 3D, abordando las diferentes áreas del conocimiento involucradas en el proceso de virtualización de objetos físicos y materialización de modelos virtuales. A continuación, presentamos la legislación que apoya la reproducción táctil de obras con fines de accesibilidad, y también discutimos la difusión, en el ámbito académico y con instituciones culturales, de los trabajos desarrollados. Resaltamos la importancia de la multidisciplinariedad entre el grupo de estudiantes y las actividades desarrolladas, con el fin de promover la integración académica y social en el ámbito de la extensión universitaria.

Palabras clave: escaneo 3D, réplicas táctiles, impresión 3D.

Introdução

O Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LDSM/UFRGS) foi fundado em 1998 e, atualmente, conta com uma equipe multidisciplinar de aproximadamente 40 membros, entre docentes e discentes de graduação, mestrado e doutorado. Desde a sua criação, o laboratório e grupo de pesquisa têm como principal objetivo o desenvolvimento de trabalhos relacionados a materiais e design, com atividades desenvolvidas nos âmbitos do ensino, da pesquisa e da extensão. É neste contexto que o LDSM investiga, há mais de 15 anos, a aplicação de tecnologias 3D como auxiliares na preservação e na difusão do patrimônio cultural, tendo como proposta promover o conhecimento, a inovação tecnológica e o desenvolvimento social.

O que vem sendo chamado de “tecnologias 3D” nesta atuação pode ser compreendido como um conjunto de técnicas, processos, métodos e recursos para virtualizar objetos físicos e/ou materializar modelos virtuais. A digitalização é uma das formas mais comuns de virtualização, incluindo-se nela técnicas de captura de dados geométricos, como a digitalização 3D, além de técnicas de visualização e manipulação de dados 3D digitais, como realidade virtual e aumentada. A materialização, por sua vez, corresponde ao caminho inverso, tomando sempre um modelo

ou dado virtual como ponto de partida para a criação de artefatos físicos. Na materialização de modelos digitais, são empregados processos comumente chamados de “fabricação digital”, incluindo-se entre eles impressão 3D e usinagem (Silva *et al.*, 2021).

No projeto de extensão “O uso de tecnologias 3D em instituições culturais”, pesquisamos, aplicamos e difundimos as tecnologias mencionadas em prol do patrimônio cultural. O projeto vem proporcionando a inserção regional e o contato e a colaboração com diversas instituições culturais e profissionais da área. Na cidade de Porto Alegre, já foram digitalizadas obras pertencentes aos acervos do Palácio Piratini, do Museu de Arte do Rio Grande do Sul (MARGS), do Museu de História Júlio de Castilhos, do Museu de Porto Alegre Joaquim Felizardo, do Prédio Centenário da Escola de Engenharia da UFRGS, além de elementos de fachada de outros prédios históricos institucionais e monumentos localizados em diversos logradouros públicos, como o Parque Marinha do Brasil, o Parque da Redenção e a Praça da Alfândega.

Um dos meios utilizados para documentar e difundir o trabalho realizado no âmbito do projeto de extensão é o Repositório 3D do LDSM (<https://www.ufrgs.br/ldsm/3d/>), no qual estão

disponíveis modelos 3D interativos de algumas das obras e acervos contemplados pelo projeto. Algumas das demais abordagens são apresentadas no restante do presente artigo.

fazer um levantamento de leis que regem essa questão, bem como pesquisas de jurisprudência para compreender como essas leis vêm sendo aplicadas em casos específicos.

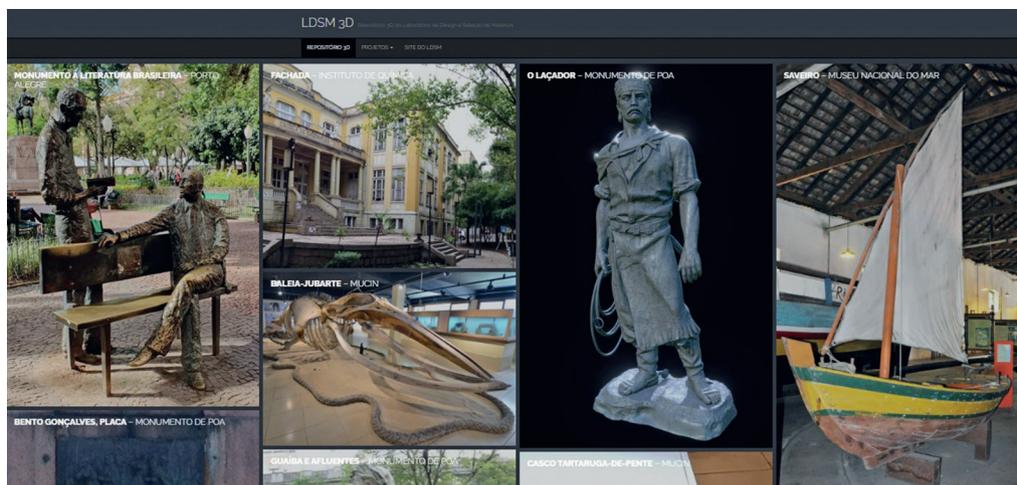


Figura 1 - Repositório digital 3D do LDSM

Fonte: site do LDSM, 2024

Abordagem multidisciplinar e colaborativa

A multidisciplinaridade se insere no projeto de extensão não somente por meio da equipe de trabalho, que se renova anualmente e que, atualmente, é composta por pós-graduandos em Design de formação diversa e bolsistas de cursos de graduação como Museologia, Artes Visuais, Engenharia Física e Engenharia de Controle e Automação. Ela se insere ainda por meio das diversas áreas de conhecimento tangenciadas pelo trabalho desenvolvido, que, além de Design, Engenharias, Museologia e História, vem incluindo, cada vez mais, noções de Direito que dão suporte à digitalização e reprodução de bens culturais.

No decorrer da atuação do LDSM junto à digitalização 3D de bens culturais, observou-se a necessidade de dar respostas a algumas dúvidas legais que emergiam tanto por parte da equipe quanto de instituições e agentes culturais com os quais se colaborava, em especial no que tange aos direitos autorais e às restrições e permissões legais para a reprodução dessas obras. Em função dessa lacuna de conhecimento, foram conduzidas pesquisas buscando

A realização dessas pesquisas foi viabilizada pelo fato de a equipe ser integrada por uma bolsista de extensão com formação prévia em Direito.

Nesse sentido, foram identificadas duas leis brasileiras de maior relevância para a questão, sendo elas: a Lei nº 9.610/98 - Lei de Direitos Autorais (LDA) e a Lei nº 13.146/15 - Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI). A LDA tem como objetivo assegurar os direitos dos autores, no entanto, exclui das ofensas aos direitos autorais, em seu artigo 46, a reprodução, sem fins lucrativos, de obras literárias, artísticas ou científicas para a acessibilidade de deficientes visuais (Brasil, 1998). A LBI, por sua vez, amplia o rol daqueles que possuem direito à acessibilidade para além de deficientes visuais. Identificou-se que os processos de manutenção de dados digitais e a disponibilização de modelos 3D no repositório digital são considerados equivalentes à cópia nos termos do artigo 5º, inciso VI, da LDA (Brasil, 1998), necessitando-se, portanto, de autorização daqueles que detêm os direitos autorais da obra.

A partir das informações trazidas por essas leis, foram criados alguns procedimentos para a atuação do LDSM, visando assegurar o respeito aos direitos autorais e resguardar o laboratório e a universidade de quaisquer conflitos futuros. Assim, estabeleceu-se que, antes da condução de qualquer procedimento de digitalização 3D, será realizada uma pesquisa de contextualização de cada bem cultural, a fim de identificar autoria, propriedade e se a mesma se encontra em domínio público. Uma vez identificada a autoria e a propriedade do bem cultural, busca-se entrar em contato com os detentores desses direitos para a obtenção de autorização expressa para a digitalização e reprodução, além de estabelecer, em contrato, outras formas de colaboração. Para além das obrigações legais, essa abordagem propicia, cada vez mais, a difusão dessas tecnologias e a colaboração com diferentes agentes.

Pensando nisso, uma das ações desenvolvidas foi a realização da palestra “Tecnologias 3D e seus produtos aplicados ao patrimônio cultural: investigando as oportunidades e limitações do cenário nacional” junto à disciplina eletiva Tópicos Especiais em Museologia, Memória e Direitos Humanos, do curso de bacharelado em Museologia da UFRGS, na qual foram apresentadas possíveis aplicações das tecnologias 3D no âmbito museológico, com ênfase nas reproduções táteis e o amparo legal concedido pela LBI. Aproveitamos a oportunidade para ressaltar o tratamento dado pela LBI à oferta de reproduções táteis, uma vez que, mesmo os materiais produzidos sobre Direitos Autorais, voltados especificamente para a área cultural, como o *Manual de direito autoral para museus, arquivos e bibliotecas* (Valente e Freitas, 2017), deixam de contemplar a inovação legal trazida pela Lei nº 13.146/15, que veda a “recusa de oferta de obra intelectual em formato acessível à pessoa com deficiência, sob qualquer argumento, inclusive sob a alegação de proteção dos direitos de propriedade intelectual” (Brasil, 2015, art. 42, inciso III, § 1º).

A composição de uma equipe multidisciplinar também nos permite levar o debate sobre acessibilidade para áreas nas quais o assunto é pouco ou não debatido, contribuindo para a mitigação de barreiras atitudinais. Conforme conceitua Salasar (2019), a barreira atitudinal pode ser compreendida como ações e omissões que impedem e/ou dificultam o acesso e o uso de espaços e serviços por pessoas com deficiência. Assim, a capacitação para produção de reproduções táteis deve ser trabalhada para além das tecnologias e técnicas, englobando o porquê de realizarmos esses trabalhos.

Memorial pessoas imprescindíveis

Como exemplo tanto da multidisciplinaridade quanto dos procedimentos adotados, apresentamos uma das obras digitalizadas neste ano: o *Memorial Pessoas Imprescindíveis*, da artista Cristina Pozzobon, localizado no Parque Marinha do Brasil, em Porto Alegre. Este monumento atua como uma denúncia das violências ocorridas durante o período ditatorial no Brasil (1964-1985). A digitalização da obra foi realizada a pedido da turma da 14ª Exposição Curricular Obrigatória do curso de Museologia da UFRGS.

O memorial homenageia Manoel Raimundo Soares, preso, torturado e assassinado por agentes do Departamento de Ordem Política e Social (DOPS). Com 3,62 m de altura e construído em aço Corten, a escultura representa duas mãos amarradas segurando uma bandeira, em alusão à forma como o corpo de Manoel foi encontrado.

Antes de iniciarmos o processo de digitalização, além de uma pesquisa que contextualizasse a obra historicamente e na paisagem urbana, foram observadas questões de direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 - Lei de Direitos Autorais (LDA). Nesse sentido, entrou-se em contato com a artista Cristina Pozzobon, que, além de fornecer as



Figura 2 - Processo de digitalização tridimensional do Memorial Pessoas Imprescindíveis

Fonte: Autores

devidas autorizações, demonstrou interesse na tecnologia empregada. No mesmo sentido, tratando-se de obra situada em logradouro público, outras autorizações precisaram ser firmadas. No caso do Memorial Pessoas Imprescindíveis, informou-se à Secretaria Municipal de Cultura e Economia Criativa de Porto Alegre sobre a intenção de realizar a digitalização 3D, e solicitou-se autorização para a instalação de andaime junto à obra, com informações atinentes à equipe e aos equipamentos utilizados. O contato com o poder público

oportunizou, ainda, a solicitação de acompanhamento da Guarda Municipal, visando à segurança dos discentes e dos equipamentos empregados.

No que tange à realização de digitalizações 3D em espaços públicos, como neste caso, a equipe do LDSM estabeleceu diretrizes a serem seguidas, garantindo não apenas a observação de todas as autorizações necessárias, mas também funções específicas a serem desempenhadas pelos participantes e um checklist dos materiais utilizados. Com respeito aos papéis desempenhados pelos integrantes da equipe, buscou-se inspiração em equipes de produção audiovisual, definindo as funções de operador de scanner, assistente de scanner, assistente de cabos e fotógrafo, para a documentação da ação, além de auxiliares para dar suporte na montagem e até na interação com os transeuntes. Essa definição prévia de funções auxilia na mitigação de imprevistos. Da mesma forma, o checklist assegura a disponibilidade do material necessário na hora da digitalização, que compreende desde scanner 3D, notebook, baterias externas, câmera e extensão de energia elétrica até itens

como marcadores visuais para facilitar a captura de dados em superfícies planas. Assim, para além das expertises tecnológicas, o projeto fomenta a colaboração interdisciplinar dos alunos, correlacionando a inovação com outras áreas do conhecimento.

A captura de dados em si foi realizada com a utilização de um scanner 3D móvel de luz estruturada (Artec EVA), que funciona a partir da projeção de padrões de luz branca sobre a superfície da peça. Esses padrões são identificados por câmeras que capturam a geometria da superfície com base na distorção desse padrão. Visto que o equipamento trabalha com

base em luz visível, e o Memorial se encontra a céu aberto, fez-se necessário realizar a captura de dados após o pôr do sol, a fim de mitigar a influência da luz do dia. A captura dos dados foi realizada em múltiplas partes e teve duração de aproximadamente 2 horas. A partir da captura dos dados brutos, o software do scanner cria uma nuvem de pontos, com medição precisa e confiável, resultando em uma malha digital que é a réplica fidedigna da geometria da peça física. Após a criação da malha, o modelo pode ser refinado. Isso envolve a remoção de pontos desnecessários, correção de falhas e, se preciso, adição de texturas, obtidas também no momento da captura, para deixar o modelo com aparência mais realista. Neste caso específico, como foram utilizados marcadores visuais para facilitar a captura de dados das superfícies lisas da obra, fez-se necessário o pós-processamento da textura, deixando o modelo virtual final de acordo com a obra.

Reproduções táteis para acessibilidade

Dentre as diversas possibilidades de aplicação das tecnologias 3D na área patrimonial, uma das que ganha destaque é a (re)produção de peças táteis para acessibilidade. Isso porque a metodologia aplicada permite que a pessoa, ao tocar a réplica, tenha acesso aos detalhes de relevo da obra original, mesmo que em escala reduzida. Embora tenhamos citado outras vertentes dos trabalhos desenvolvidos, como os modelos 3D do repositório digital e a viabilidade de inserção das obras em projetos de realidade virtual e realidade aumentada, no último ano o Projeto de Extensão operou com enfoque na acessibilidade.

Com o modelo digital pronto, é possível imprimir uma réplica em diferentes escalas.



Figura 3 - Apresentação de réplica tátil do Memorial Pessoas Imprescindíveis no 25º Salão de Extensão da UFRGS

Fonte: Pró-reitoria de extensão - PROREXT/ UFRGS, 2024

No caso do Memorial Pessoas Imprescindíveis, optou-se por uma impressão em escala 1:15, com altura de 24,1 cm e peso de 288 g, o que torna a réplica de fácil manuseio e transporte. Essa impressão foi feita com a impressora 3D *Elegoo Saturn 2*, que funciona pelo processo de estereolitografia mascarada (MSLA), no qual luz ultravioleta é irradiada através de uma tela de cristal líquido (LCD) para curar e solidificar camadas de resina líquida fotossensível. O processo de fabricação da peça também incluiu lavagem com álcool, logo após o término da impressão, para remoção de resquícios de resina líquida, e a cura sob luz ultravioleta.

Outro processo de produção possível, também empregado no Projeto de Extensão, é a impressão 3D por filamento, que consiste na deposição, camada a camada, de um material termoplástico, podendo esse material variar (PLA, ABS, PETG, TPU, Nylon, etc.) conforme a finalidade e os resultados almejados. Obras como *O Laçador*, de Antônio Caringi, e a alegoria do Rio Caí, pertencente ao chafariz *Guaíba e Afluentes*, hoje situado na Hidráulica Moinhos de Vento, tiveram suas réplicas táteis confeccionadas a partir dessa metodologia.

Essas réplicas táteis, assim como a impressora 3D que as fabricou, foram apresentadas no 24º Encontro Brasileiro de Usuários de *Dosvox*, a convite da União dos Cegos do Rio Grande do Sul (UCERGS). Postos em uma mesa para fins de interação, os objetos foram mediados para os visitantes, que puderam conhecer, além do resultado final, como funciona o processo de fabricação e qual o maquinário utilizado.

na viabilidade de deslocamento geográfico de réplicas de peças que são fixadas em logradouros públicos e outros espaços - como no caso da alegoria do Rio Caí, citada acima.

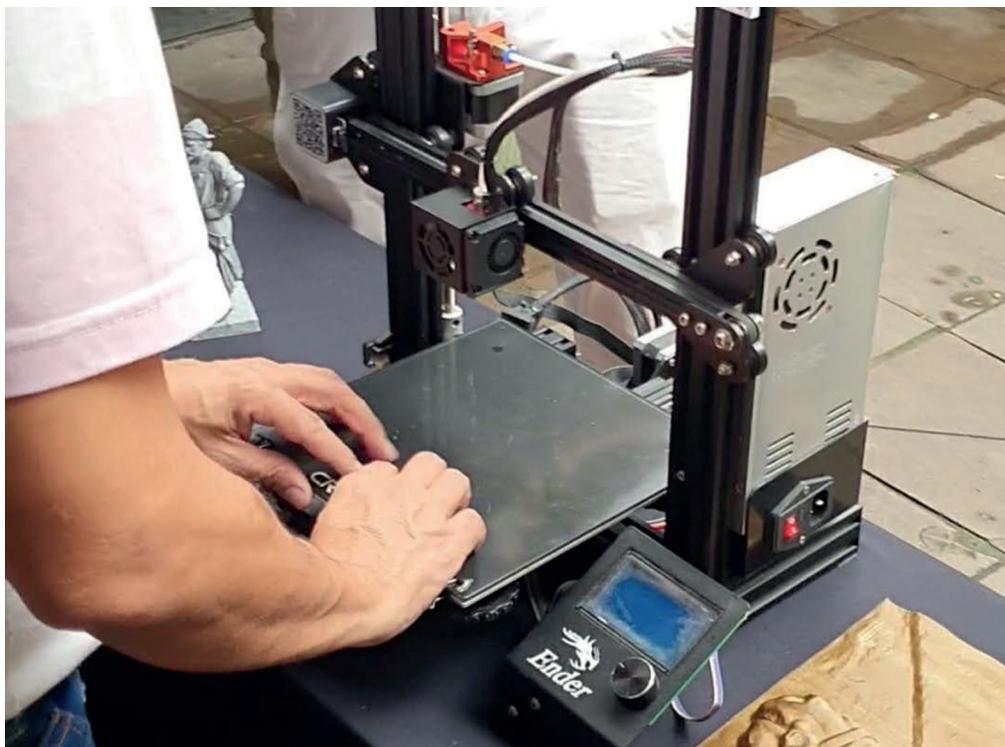


Figura 4 - Participante do 24º Encontro Brasileiro de Usuários de *Dosvox* conhecendo uma máquina de impressão 3D através do tato

Fonte: Autores, 2023

Para pessoas não videntes ou com baixa visão, as réplicas táteis, juntamente com recursos como a audiodescrição e o fornecimento de textos em braille, ou mediação, figuram como um meio de acesso à cultura, ao lazer e ao turismo - direitos de acesso que podemos considerar como basilares quando pensamos em instituições culturais inclusivas.

Ainda, as réplicas táteis não ficam restritas a um único público, figurando também como ferramentas para atividades educativas, não restritas ao público escolar/infantil, e para a difusão patrimonial, sobretudo se pensarmos

Ante as múltiplas possibilidades que se apresentam, o setor Educativo do Museu de Arte do Rio Grande do Sul (MARGS) possui uma réplica tátil fabricada pelo LDSM, da obra *Gaúcho*, de Vasco Prado. A réplica foi produzida como contrapartida para a autorização de digitalização da obra, que integra a tese de doutorado *A inovação através da cultura: diretrizes para difusão de tecnologias 3D na preservação e comunicação do patrimônio cultural brasileiro*, de Paulo Victor de Farias Dantas, e compõe atividades educativas acessíveis fornecidas pela instituição.



Figura 5 - Uso de réplica tátil da obra "Gaúcho", de Vasco Prado, em ação educativa do MARGS

Fonte: Autores, 2023

Considerações finais

Neste trabalho, apresentamos o Laboratório de Design e Seleção de Materiais (LDSM/UFRGS), detalhando a abordagem multidisciplinar que o caracteriza, conceituando as tecnologias 3D e suas especificações técnicas. Exemplificamos algumas de suas aplicações junto ao patrimônio cultural, com enfoque na acessibilidade, parte basilar dos trabalhos desenvolvidos no período de 2023/2024. Ainda, abordamos os processos correlatos e o agregamento das expertises dos membros da equipe do projeto de extensão "O uso de tecnologias 3D em instituições culturais".

Entendemos que o acolhimento da diversidade humana e a busca por soluções para acessibilidade ao patrimônio cultural são uma forma de acessibilidade atitudinal, onde a empatia e o respeito pela pluralidade humana são postos como regras primárias na execução de nossas atividades cotidianas. O papel da extensão, nesse contexto, é o de formar discentes com habilidades que transponham a profissionalização, fomentando a integração social e o diálogo de conhecimentos entre a Universidade, os agentes culturais e a comunidade em geral. ◀

Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. *Brasília, DF: Diário Oficial da União*, 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9610.htm. Acesso em: 1 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). *Brasília, DF: Diário Oficial da União*, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm?msclkid=e03ca915a93011eca55b7de3600188ab. Acesso em: 20 out. 2024.

VALENTE, Mariana Giorgetti; FREITAS, Bruna Castanheira de. *Manual de direito autoral para museus, arquivos e bibliotecas*. Rio de Janeiro: FGV, 2017. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/19038>. Acesso em: 22 out. 2024.

SALASAR, Desirée Nobre. *Um museu para todos: manual para programas de acessibilidade*. Pelotas: UFPel, 2019. Disponível em: <https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/4390>. Acesso em: 20 out. 2024.

SILVA, Fabio Pinto da et al. Contribuições das tecnologias 3D à preservação do patrimônio cultural em Porto Alegre. In: OLIVEIRA, Geísa Gaiger de; NÚÑEZ, Gustavo Javier Zani (org.). *Design em pesquisa*. Porto Alegre: Marcavisual, 2021. v. 4.