

Cecília Heidrich-Prompt
Doutora em Arquitetura e Urbanismo
Arquiteta e Urbanista
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-7937-7075>
ceciprompt@gmail.com

Julio Cesar Lopes-Borges
Licenciatura em Física
Estudante de Mestrado em
Energia e Sustentabilidade
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-4620-9881>
jlopesborges@yahoo.com.br

Lisiane Ilha-Librelo
Doutora em Engenharia de Produção
Professora/Pesquisadora no corpo docente
em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-3250-7813>
lisiane.librelo@ufsc.br

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA

ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY IN EARTH-
BASED CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD EN
ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA



Figura 0. Residência construída com paredes de terra encxada e pau a pique. Fonte: Projeto Arq. César Costa, foto de Cecília Prompt.

O trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

A Arquitetura e Construção com Terra (ACT) é aquela que usa o solo como principal material de construção. A ACT tem relação com a arquitetura vernácula por ser contextualizada e usar majoritariamente materiais locais e naturais. O presente trabalho tem como objetivo principal avaliar a sustentabilidade em ACT. Para o estudo de caso foram escolhidas seis edificações em propriedades agrícolas familiares em Santa Catarina, Região Sul do Brasil. O método aplicado foi desenvolvido com base no Projeto VerSus, adaptado à realidade local e às normativas brasileiras. Para tanto, desenvolveu-se um sistema de indicadores para atribuição de pontuação, aplicados a princípios de sustentabilidade. Os resultados são apresentados com ênfase no âmbito socioeconômico. Neste, quatro edificações atenderam aos indicadores adotados e duas atenderam parcialmente. A análise dos resultados permitiu a compreensão da influência de fatores intrínsecos à ACT e daqueles vinculados à realidade local.

Palavras-chave: projeto VerSus, habitação rural, meio ambiente, autoconstrução, mão de obra

ABSTRACT

Earth-Based Construction (EBC) and Architecture use soil as the primary construction material. EBC is related to vernacular architecture, as it is contextualized and uses mostly local and natural materials. The main objective of this work is to evaluate EBC's sustainability. Six buildings on family agricultural properties in Santa Catarina, the southern region of Brazil, were chosen for the case study. The method was developed based on the VerSus Project and adapted to the local reality and Brazilian regulations. To this end, a system of indicators, applied to sustainability principles, was developed to assign points. The results are presented with an emphasis on the socioeconomic sphere. Four buildings complied with the adopted indicators in this assessment, and two partially did so. The analysis of the results allowed an understanding of the influence of factors intrinsic to EBC and the local reality.

Keywords: VerSus project, rural housing, environment, self-construction, labor

RESUMEN

Arquitectura y Construcción con Tierra (ACT) es aquella que utiliza el suelo como principal material de construcción. ACT está relacionado con la arquitectura vernácula, ya que está contextualizada y utiliza mayoritariamente materiales locales y naturales. El principal objetivo de este trabajo es evaluar la sostenibilidad en ACT. Para el estudio de caso, se eligieron seis edificios en propiedades agrícolas familiares, en Santa Catarina, Región Sur de Brasil. El método aplicado fue desarrollado con base en el Proyecto VerSus, adaptado a la realidad local y a la normativa brasileña. Para ello se desarrolló un sistema de indicadores para asignar puntos, aplicados a principios de sostenibilidad. Los resultados se presentan con énfasis en el ámbito socioeconómico. En este, cuatro edificios cumplieron con los indicadores adoptados y dos edificios los cumplieron parcialmente. El análisis de los resultados permitió comprender la influencia de factores intrínsecos a ACT e intrínsecos a la realidad local.

Palabras clave: proyecto VerSus, vivienda rural, ambiente, autoconstrucción, mano de obra

INTRODUÇÃO

A Arquitetura e Construção com Terra (ACT) é toda aquela que usa o solo como principal material de construção (Neves e Faria, 2011; Neves, 2023). A ACT possui características atribuídas à arquitetura vernácula pelo contexto no qual é utilizada e por nela serem empregados majoritariamente materiais locais e naturais (Prompt, 2021).

As técnicas milenares de ACT foram negligenciadas a partir do advento da indústria da construção civil, que trouxe ao mercado novas tecnologias, mas tornou-se responsável por parte da degradação ambiental no planeta. Na busca por uma arquitetura sustentável, cresce o uso de materiais não industrializados para a concepção dos projetos. A interpretação moderna de técnicas antigas traz credibilidade às mesmas. A terra apresenta-se, portanto, como uma possibilidade para a construção de edificações de baixo impacto ambiental por sua reduzida energia incorporada (Niroumand et al., 2017).

Algumas características da ACT estão relacionadas a conceitos atribuídos à arquitetura vernácula, tais como: (1) priorização do uso de materiais locais (Niroumand et al., 2017); (2) ocupação do território por um grupo com condições socioculturais similares, permanência no local a longo prazo e evolução dos sistemas construtivos (Ferreira, 2014); (3) transmissão das técnicas entre integrantes de uma comunidade (Okretic et al., 2024); (4) simplicidade, adaptabilidade, caráter criativo e intenção plástica como resultado da técnica e do material empregado (Weimer, 2005).

A produção da ACT no Brasil tem sido foco de pesquisas, projetos, obras e desenvolvimento de normas técnicas (Prompt e Lisboa, 2022). Entretanto, a sua produção é artesanal e experimental, muitas vezes executada sem acompanhamento técnico de um profissional habilitado, desde o projeto até a obra. Assim, surgem problemas que podem comprometer a qualidade das edificações (Prompt, 2012).

No Brasil a arquitetura contemporânea em terra tem sido fortemente influenciada pela difusão da permacultura (Neves et al., 2022). Na Região Sul do país, onde está localizado o estado de Santa Catarina, há uma predominância de pequenas propriedades agrícolas familiares e uma forte presença de movimentos sociais rurais. Neste contexto, existem diversos exemplos de projetos de ACT (Prompt e Librelo, 2018) executados com objetivos como autonomia tecnológica e o desenvolvimento sustentável (Neves et al., 2022).

Prompt (2012) avaliou nove edificações construídas com terra em unidades agrícolas familiares no Oeste Catarinense. Foi demonstrado que as edificações eram adequadas ao contexto sociocultural no qual estavam inseridas, mas foram encontradas situações que poderiam comprometer sua sustentabilidade. A fim de compreender quais são estes aspectos, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a sustentabilidade em edificações construídas com terra, a partir de uma avaliação pós ocupação após dez anos de uso.

Para esta análise, foi selecionada uma amostra de seis edificações (Tabela 1) localizadas nos municípios de Seara, Paial e Arabutã (Figura 1, Figura 2, Figura 3 y Figura 4), todas em unidades agrícolas familiares (Figura 5, Figura 6, Figura 7 y Figura 8). Neste artigo pretende-se relatar o estudo realizado, com ênfase no âmbito socioeconômico da sustentabilidade (Figura 9, Figura 10 y Figura 11).

	Ano	Uso	Área Construída	Técnicas Utilizadas	Regime de mão de obra	Foto
Edificação 01	2002	Depósito de sementes	30 m ²	Terra ensacada, taipa de mão	Autoconstrução	
Edificação 02	2008	Residencial	112 m ²	Terra ensacada, BTC	Autoconstrução	
Edificação 03	2009	Residencial	201 m ²	Terra ensacada, taipa de mão, cordwood	Autoconstrução	
Edificação 04	2011	Residencial	222 m ²	Terra Ensacada, Taipa de mão, cobertura vegetada	Autoconstrução / Contratada em etapas específicas	
Edificação 05	2010	Residencial	139 m ²	Terra Ensacada, Cobertura vegetada	Autoconstrução	
Edificação 06	2019	Residencial	292 m ²	Taipa de mão	Contratada / Autoconstrução	

Tabela 1. Apresentação dos estudos de caso. Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 1. Edificação para armazenamento de sementes em terra ensacada e taipa de pilão. Fonte: Foto de Cecília Prompt.

Figura 2. Residência construída com terra ensacada e blocos de terra comprimida. Fonte: Projeto Arq. Iuri Moraes, foto de Cecília Prompt.

Figura 3. Residência construída com terra ensacada e cobertura ajardinada. Fonte: Projeto Arq. Silvio Santi, foto de Cecília Prompt.

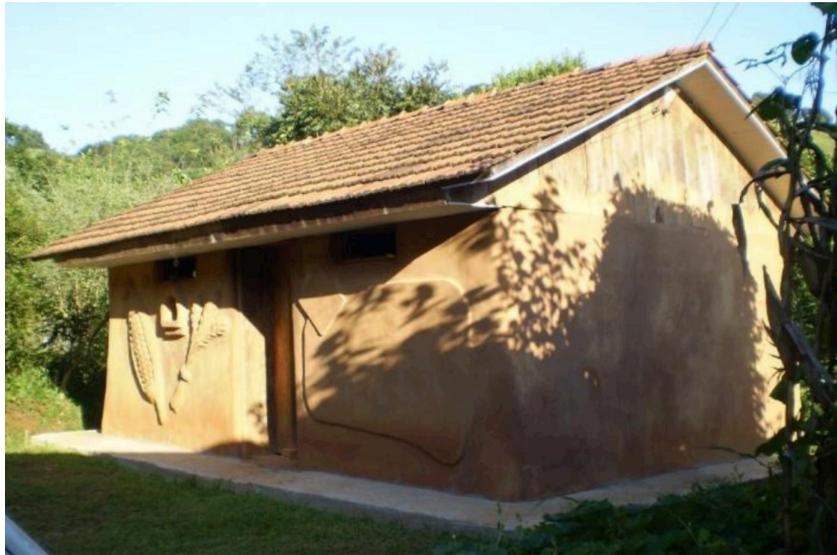




Figura 4. Residência construída com terra ensacada e cobertura ajardinada. Fonte: Projeto Arq. Silvio Santi, foto de Cecília Prompt.



Figura 5. Residência construída com estrutura de madeira, paredes de pau a pique e cobertura ajardinada. Fonte: Projeto Arq. Silvio Santi, foto de Cecília Prompt.

Figura 6. Residência construída com estrutura de madeira, paredes de pau a pique e cobertura ajardinada. Fonte: Projeto Arq. Silvio Santi, foto de Cecília Prompt.

Figura 7. Galpão com marcenaria e depósito, feito em terra ensacada. Fonte: Foto de Cecília Prompt.

Figura 8. Residência construída com estrutura de madeira, paredes de pau a pique e terra ensacada e cobertura ajardinada. Fonte: Projeto Arq. Cecília Prompt, foto de Cecília Prompt.





Figura 9. Residência construída com estrutura de madeira, paredes de pau a pique e terra encuada e cobertura ajardinada. Fonte: Projeto Arq. Cecília Prompt, foto de Cecília Prompt.

Figura 10. Residência construída com paredes de terra ensacada e pau a pique. Fonte: Projeto Arq. César Costa, foto de Cecília Prompt.

Figura 11. Residência construída com paredes de terra ensacada e pau a pique. Fonte: Projeto Arq. César Costa, foto de Cecília Prompt.



MARCO TEÓRICO

Arquitetura sustentável

A produção da arquitetura sempre teve relação com o meio ambiente, uma vez que a função primordial desta é o abrigo e a proteção frente às intempéries. O conceito de sustentabilidade na arquitetura se desenvolve paralelamente ao movimento ambientalista. Zambrano (2008) mostra a evolução do conceito a partir da arquitetura solar (1970). A partir do final da década de 1990, o conceito evoluiu para a arquitetura sustentável, que vê a sustentabilidade de forma mais ampla, atingindo as esferas ambiental, social

e econômica. Entende-se, portanto, que para alcançar a sustentabilidade em uma edificação, é necessário haver um equilíbrio entre estes três âmbitos (Silva, 2003).

As edificações analisadas nesta pesquisa, por tratarem-se de exemplos de ACT, relacionam-se ao conceito de bioconstrução, que trata a edificação como uma unidade biológica que interage com o ambiente natural e com seu entorno social, cultural e econômico. A casa deve ser projetada para tirar proveito do clima, priorizando-se o uso de materiais naturais (como a terra), locais, reciclados ou pouco processados. Esta arquitetura está fortemente vinculada à permacultura, que trata a edificação como o centro do projeto e afirma que o espaço construído deve estar em harmonia com o meio ambiente (Borges e Prompt, 2024; Vegas et al., 2014; Mars, 2008; Morrow, 2010).

A fim de buscar-se um método para avaliação da sustentabilidade nas edificações rurais que dialogasse com as peculiaridades da ACT, e considerando as relações entre esta e a arquitetura vernácula, entende-se que o conceito de sustentabilidade na arquitetura deve estar contextualizado e adaptado às situações específicas. (Prompt, 2012). A habitação no meio rural propicia a permanência das famílias no campo, não somente pela reprodução social, mas também por servir diretamente às atividades laborais. Ou seja, as edificações no contexto da agricultura familiar são sustentáveis desde que contribuam com o desenvolvimento humano, a redução da desigualdade social e a erradicação da pobreza. Fatores concernentes à esfera ambiental devem ser observados: um ambiente bem ventilado e iluminado, que não utiliza materiais tóxicos, gera saúde e bem-estar e contribui com a qualidade de vida e capacidade de trabalho.

Num contexto em que é comum a autoconstrução, é possível a interação social entre agricultores familiares através da troca de experiências e de horas de trabalho no canteiro de obras, além da capacitação profissional de agricultores que passam a fornecer mão de obra em construções com terra como atividade econômica (Prompt, 2012). As partilhas socioeconômicas, por sua vez, impactam no ambiente e no desenvolvimento da própria atividade (Borges, 2023). Compreende-se, portanto, a arquitetura não como um produto final, estático, mas como um processo (desde sua concepção, uso e demolição) transformador para o usuário (Guizzo, 2018). Na produção de sua própria existência se contraem diferentes relações de troca que surgem na interconexão dentro do espaço rural. Estas são estabelecidas também entre a edificação e as pessoas. (Glaeser, 2024).

Desde a perspectiva da arquitetura como um processo, enfatiza-se o potencial educativo da construção, seja por meio da inclusão de atividades de ensino e capacitação de mão de obra, seja pela demonstração didática das tecnologias empregadas. Esta dinâmica, já difundida em contextos acadêmicos (Bessa e Librelo, 2021), pode ser estendida a experiências comunitárias.

Aspectos socioeconômicos e suas associações com a arquitetura e construção com terra

A economia e a sociedade são subconjuntos integrados à natureza, manifestando-se na organização espacial da biosfera. Como um desses

subconjuntos, a sociedade envolve uma ampla gama de trocas nos níveis local, regional e global. Inserida no âmbito social, a economia dedica-se especificamente às relações de trocas simbólicas e/ou monetárias aceitas socialmente em determinado contexto local ou regional (Cavalcanti, 2022).

Habitar a Terra, o manifesto pelo direito de construir com terra, lançado pelas revistas *EcologiK* e *Architectures à Vivre* em parceria com o CRAterre, a Escola Nacional Superior de Arquitetura de Grenoble e Cátedra UNESCO (Aedo, 2014), destaca que a construção com terra promove o uso de um recurso local e especialmente acessível àqueles com menores recursos, uma vez que podem construir diretamente com a terra disponível sob seus pés.

Neves e Faria (2011) afirmam que a terra é amplamente utilizada para a construção de abrigos em comunidades de baixa renda, especialmente em países em desenvolvimento, onde a sobrevivência de sistemas construtivos primitivos é associada à necessidade de moradia. Por sua vez, Weimer (2005), ao analisar especificamente a ACT em um contexto de produção popular, ressalta que construir com terra é “muito barato”, o que possivelmente contribui para a percepção dessa técnica como sendo de “pouca qualidade”. Contudo, é importante destacar que a noção de baixo custo está diretamente ligada à disponibilidade local do solo e à existência de colaboração comunitária no processo construtivo, situação comum em populações que tradicionalmente constroem com terra.

A demanda por moradias requer uma análise socioeconômica que priorize a autossuficiência das comunidades. Fathy (2009) demonstrou que, para viabilizar economicamente a construção de habitações destinadas a camponeses de baixa renda, era necessário substituir o tradicional madeiramento por estruturas abobadadas feitas com adobe.

Atividades voltadas à difusão de técnicas de construção com terra são recorrentes em centros de educação ambiental que se tornam modelos de negócio. Exemplos bastante consolidados destes locais são o Tibá – Tecnologia Intuitiva e Bioarquitetura e o IPEC – Instituto de Permacultura e Ecovilas do Cerrado. No estado de Santa Catarina, destaca-se a Nova Oikos, que difunde a ACT entre outras técnicas voltadas à construção e à produção de alimentos (Prompt e Librelotto, 2020).

Projeto Versus e seu enfoque no âmbito socioeconômico

O Projeto Versus – Conhecimento Vernáculo para a Arquitetura Sustentável - foi desenvolvido sob liderança da Escola Superior de Gallaecia (Portugal), em parceria com a *École Nationale Supérieure d'Architecture* de Grenoble (França), a *Universitat Politècnica de València* (Espanha) e as *Università degli Studi di Firenze* e *Università degli Studi di Cagliari* (Itália). O Projeto fundamenta-se em princípios da arquitetura vernacular para desenvolver estratégias voltadas à sustentabilidade nas edificações (Correia, Dipasquale e Mecca, 2015).

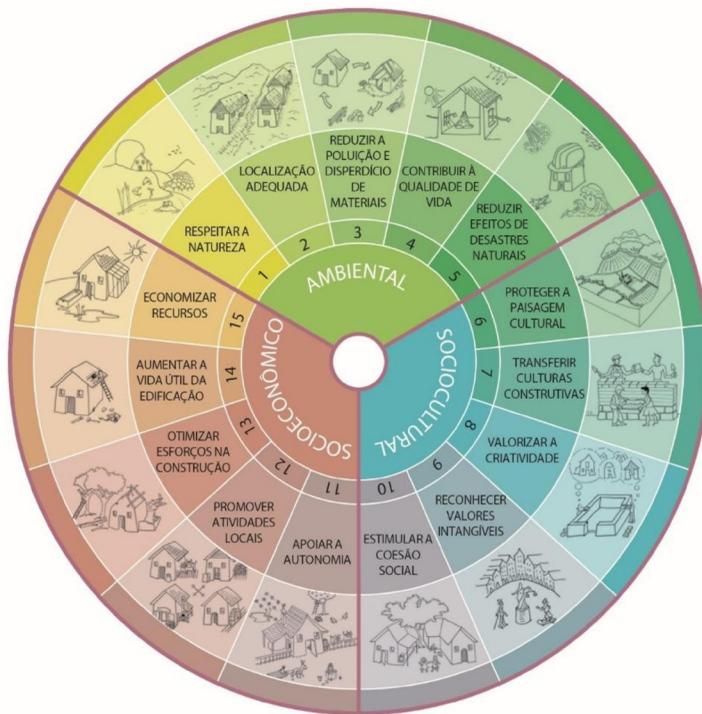


Figura 12. Princípios e estratégias para a sustentabilidade na arquitetura de acordo com o Projeto VerSus. Fonte: Adaptado de Guillaud et al. (2014). Tradução das autoras.

Seus dois objetivos principais são: (1) reconhecer o patrimônio vernáculo em suas qualidades e valores históricos, destacando sua contribuição potencial para a sustentabilidade da arquitetura contemporânea, e (2) difundir e adaptar esses princípios, estratégias e técnicas às necessidades atuais em termos de cultura, identidade, qualidade construtiva e meio ambiente. A figura 12 apresenta o esquema ilustrativo dos princípios de avaliação do Projeto VerSus.

A dimensão socioeconômica engloba os princípios 11 a 15 (Figura 12). Tradicionalmente analisada com base em aspectos financeiros e valores monetários, essa dimensão adquire outra perspectiva quando observada sob a ótica da arquitetura vernácula, em que o conceito de custo é associado à noção de esforço humano e ao investimento de recursos não necessariamente financeiros.

O décimo primeiro princípio busca promover a autonomia. As estratégias propostas são: (11.1) compartilhamento de recursos; (11.2) utilização de materiais e recursos locais e acessíveis; (11.3) promoção do artesanato local; (11.4) estímulo à produção local; e (11.5) promoção do empoderamento comunitário. A esse princípio associam-se conceitos como autossuficiência, integração entre habitação e atividades produtivas, acesso à água e segurança alimentar.

O décimo segundo princípio busca promover atividades locais. As estratégias propostas são: (12.1) fortalecimento de sistemas de agricultura urbana e produção local de alimentos; (12.2) redução dos deslocamentos; (12.3) promoção do uso coletivo dos espaços; (12.4) inclusão de áreas

destinadas a atividades produtivas nas escalas urbana e arquitetônica e (12.5) desenvolvimento de produtos artesanais com base em recursos locais.

O décimo terceiro princípio trata da otimização dos processos construtivos. As estratégias associadas são: (13.1) otimização no uso dos materiais; (13.2) adequação da escala das edificações; (13.3) simplificação técnica dos sistemas construtivos; (13.4) redução das distâncias de transporte dos materiais; e (13.5) utilização de materiais com baixo nível de processamento. A esse princípio estão associados conceitos como espaços de uso múltiplo e planejamento da obra em etapas.

O décimo quarto princípio refere-se à extensão da vida útil das edificações. As estratégias são: (14.1) previsão de substituição periódica dos elementos construtivos; (14.2) consideração dos efeitos da erosão sobre os materiais; (14.3) planejamento da manutenção ao longo do tempo; (14.4) concepção de espaços flexíveis a alterações e ampliações; e (14.5) construção de estruturas resistentes e duráveis. A esse princípio associam-se conceitos de resistência dos materiais e adaptabilidade dos ambientes.

O décimo quinto princípio trata da economia de recursos. As estratégias são: (15.1) utilização de materiais recicláveis; (15.2) promoção da densificação urbana; (15.3) garantia do suprimento por fontes de energias renovável; (15.4) desenvolvimento de sistemas construtivos adequados às condições locais; e (15.5) implementação de soluções naturais de ventilação, aquecimento e iluminação. A esse princípio associam-se conceitos como eficiência energética, uso de energias renováveis, redução da energia incorporada e adoção de sistemas passivos para aquecimento e resfriamento das edificações.

Avaliação Pós-Ocupação

De acordo com Li, Froeser e Brager (2018), a Avaliação Pós-Ocupação (APO) consiste em um processo destinado a avaliar o desempenho de uma edificação após um determinado período de uso. Os autores enfatizam que a APO se restringe à fase de utilização do edifício. Galvão, Ornstein e Ono (2013) definem a APO como “um conjunto de métodos e técnicas com potencial de aplicação nos ambientes em uso”, ressaltando seu caráter voltado à análise de edificações em funcionamento.

METODOLOGIA

Para realizar uma análise pós-ocupação a perspectiva da sustentabilidade em construções com terra, foi desenvolvido um método baseado nos princípios e estratégias do Projeto Versus.

A abordagem adotada, denominada neste estudo como Método Versus, foi escolhida por integrar, em sua concepção, diretrizes voltadas à sustentabilidade em edificações que apresentam características da arquitetura vernácula.

Com base nesse referencial, elaborou-se um sistema de pontuação para a avaliação de cada item (Tabela 2). A proposta consiste em atribuir uma pontuação às 75 estratégias do VerSus, classificando cada uma delas em três níveis: “atende”, “atende parcialmente” e “não atende”. A avaliação de cada estratégia foi realizada a partir do desenvolvimento de um conjunto de indicadores (Prompt, 2021, p. 105-112) que orientaram a atribuição das pontuações de acordo com o grau de atendimento observado.

Avaliação	Símbolo	Pontuação
Atende		1
Atende Parcialmente		0,5
Não Atende		0

Tabela 2. Simbologia e pontuação para avaliação de cada uma das 75 estratégias.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Inicialmente, cada uma das 75 estratégias foi avaliada individualmente. Em seguida, calculou-se a média aritmética das pontuações atribuídas, a fim de se obter a pontuação correspondente a cada princípio. Posteriormente, aplicou-se o processo inverso: por meio de um sistema de pontuação definido para cada princípio (Tabela 3), foi possível realizar a avaliação de cada âmbito a partir da consolidação dos resultados dos princípios que o compõem.

Pontuação	Avaliação	Símbolo
0 – 1,6	Atende	
1,7 – 3,4	Atende Parcialmente	
3,5 – 5	Não Atende	

Tabela 3. Escala de valores para atribuição de simbologia a cada princípio e a cada âmbito.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os procedimentos metodológicos adotados incluíram: revisão bibliográfica, análise documental, levantamento arquitetônico, registro fotográfico, inspeção visual, observação in loco, aplicação de questionários e realização de entrevistas semiestruturadas.

Para a avaliação de cada uma das estratégias, foram definidos indicadores específicos (Prompt, 2021, pg. 105 a 112), conforme exemplificado no Tabela 4, que apresenta os indicadores utilizados na avaliação do Princípio 11.

PRINCÍPIO 11 – Promover a autonomia		
Item	Estratégia	Indicador
11.1	Compartilhamento de recursos	<ul style="list-style-type: none"> Prever compartilhamento de sistemas, serviços e fontes de energia Promover remuneração justa para a equipe de obra Compartilhar conhecimento sobre as tecnologias Compartilhar recursos produzidos no entorno da edificação
11.2	Utilização de materiais e recursos locais e acessíveis	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar ao processo profissionais habilitados residentes na região Utilizar materiais extraídos do próprio terreno Utilizar materiais produzidos localmente Utilizar materiais reciclados ou reaproveitados
11.3	Promoção do artesanato local	<ul style="list-style-type: none"> Eleger técnicas construtivas artesanais Prever o uso de elementos de arquitetura de interiores de procedência artesanal local Permitir expressões artísticas durante a obra
11.4	Estímulo à produção local	<ul style="list-style-type: none"> Agregar sistemas de produção de alimentos no entorno da edificação Agregar locais para processamento e armazenamento de alimentos
11.5	Promoção do empoderamento comunitário	<ul style="list-style-type: none"> Promover atividades de ensino e capacitação vinculadas à construção Estimular a autoconstrução

Tabela 4. Indicadores para a avaliação do Princípio 11. Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 5. resultado da análise nas seis edificações para a esfera socioeconômica. Fonte: Elaborado pelos autores

	Edificação					
	01	02	03	04	05	06
Princípio 11						
Princípio 12						
Princípio 13						
Princípio 14						
Princípio 15						

RESULTADOS

A Tabela 5 apresenta os resultados da análise das seis edificações no âmbito da esfera socioeconômica:

Para uma aproximação mais efetiva da análise na esfera socioeconômica, a partir deste ponto discute-se a avaliação dos Princípios 11 a 15. Busca-se refletir sobre estratégias adotadas no estudo de caso, situando-as em uma perspectiva ampliada, considerando a possibilidade de aplicação do método em outros contextos.

Princípio 11: Promover a autonomia

A avaliação geral do Princípio 11 evidencia os seguintes aspectos: o compartilhamento de conhecimento e de mão de obra como prática

decorrente da ACT; o uso de materiais provenientes da própria propriedade; a ausência de acompanhamento técnico em determinadas situações; a possibilidade de expressão artística proporcionada pelo uso da terra e de outros materiais naturais; o saber-fazer enraizado na cultura local; a habitação como fator de permanência das famílias no meio rural; e a produção de alimentos integrada às edificações como elemento característico do contexto analisado.

Princípio 12: Promover atividades locais

A avaliação do Princípio 12 revelou os seguintes fatores de influência: a produção agrícola como principal atividade econômica das famílias; o desenvolvimento de atividades econômicas no interior das propriedades; a existência de espaços privados, com ausência de uso comunitário; a previsão, nos projetos, de ambientes de apoio às atividades produtivas; e o desenvolvimento de produtos manufaturados em bambu, diretamente relacionado às práticas da ACT.

Princípio 13: Otimizar os processos construtivos

A avaliação do Princípio 13 identificou os seguintes fatores de influência: ocorrência de retrabalho decorrente da má aplicação das tecnologias, atribuída ao desconhecimento técnico; escolha inadequada de técnicas construtivas em função da falta de conhecimento sobre o tipo de solo; uso de madeira frágil e sem tratamento, resultando em manifestações patológicas; inadequação nas dimensões e na funcionalidade dos espaços projetados, associadas a falhas na etapa de concepção; a ACT, por se tratar de uma tecnologia ainda inovadora na região, apresenta desafios adicionais; por outro lado, a predominância de materiais do próprio terreno – pouco processados – contribui para a redução de esforços relacionados ao transporte.

Princípio 14: Estender a vida útil da edificação

A avaliação do Princípio 14 revelou os seguintes fatores de influência: ausência de manuais de uso, operação e manutenção das edificações; degradação de elementos construtivos em função da má aplicação das técnicas ou do abandono; inexistência de práticas regulares de manutenção; emprego de técnicas construtivas rígidas, como a terra ensacada e os blocos de terra comprimida (BTC), que dificultam futuras ampliações ou modificações; presença de materiais industrializados de baixa qualidade; e utilização de madeira frágil e sem tratamento adequado.

Princípio 15: Economizar recursos

A avaliação do Princípio 15 evidenciou os seguintes fatores de influência: utilização de materiais reaproveitados ou provenientes de demolição; adoção de formas orgânicas que, em alguns casos, geram espaços residuais; presença de ambientes com dimensões excessivas, que comprometem o conforto e a funcionalidade; inexistência ou não utilização de sistemas de instalações,

reflexo da ausência de projetos complementares na maioria das edificações; desconhecimento ou seleção inadequada do solo local; e ineficiência nos sistemas de ventilação e iluminação natural.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo apresentar os resultados de uma avaliação da sustentabilidade em edificações construídas com terra, com ênfase no âmbito socioeconômico. As considerações finais concentram-se na relação entre os dados obtidos e os fatores intrínsecos tanto à arquitetura e construção com terra (ACT) quanto à cultura local da agricultura familiar na região estudada.

Destacam-se, em primeiro lugar, os fatores de influência que contribuíram positivamente para os resultados das avaliações. Entre os aspectos positivos associados ao uso da terra, identifica-se que: (1) a ACT, enquanto tecnologia artesanal, estimula a produção local de itens manufaturados; (2) favorece o compartilhamento de saberes, por se tratar de uma tecnologia em constante desenvolvimento, dependente das condições locais; (3) incentiva a colaboração por meio do compartilhamento de mão de obra; e (4) permite a extração do material diretamente do terreno, reduzindo os esforços logísticos com transporte. Por outro lado, aspectos como o retrabalho e a baixa durabilidade – frequentemente associados à aplicação inadequada das técnicas, especialmente em contextos de autoconstrução – impactaram negativamente a avaliação das edificações.

Quanto aos fatores positivos intrínsecos à realidade da agricultura familiar, destacam-se: (1) o saber-fazer, ainda que não vinculado diretamente à construção civil, é parte da cultura local e contribui para a execução eficiente das obras; (2) a existência de habitação adequada é um elemento fundamental para a permanência das famílias no campo e para a continuidade de suas atividades econômicas; (3) a integração entre a produção de alimentos e ao espaço habitacional reflete a lógica da agricultura familiar e representa um critério favorável à sustentabilidade; e (4) o fato de a atividade econômica principal ocorrer na própria propriedade contribui para a redução de custos com transporte e deslocamento.

Foram ainda identificados fatores que impactaram negativamente as análises, especialmente aqueles relacionados à etapa de projeto. Destacam-se: (1) a ausência de estudos detalhados sobre a incidência solar nas edificações; (2) a inexistência de projetos de instalações na maioria dos casos, somada à gestão da água tratada como aspecto secundário; (3) a carência de estratégias passivas adequadas à zona bioclimática; (4) o não atendimento aos requisitos mínimos de iluminação e ventilação naturais estabelecidos pela NBR 15550; e (5) decisões projetuais inadequadas quanto às dimensões dos espaços, resultando em ambientes excessivamente amplos, com potencial para desconforto térmico e aumento no consumo de energia para aquecimento.

Em relação à aplicação do método VerSus, surgem algumas reflexões. Considerando suas particularidades, até que ponto seria possível sua

reprodução em contexto distintos? Seus princípios, baseados em relações humanas solidárias e colaborativas, seriam adaptáveis a contextos comerciais convencionais? E, caso as edificações deste estudo fossem avaliadas por outro método de aferição de sustentabilidade, os resultados seriam equivalentes?.

A aplicação do método VerSus em outros tipos de edificação poderá permitir análises comparativas em estudos futuros. Além disso, recomenda-se a incorporação dos princípios e estratégias do VerSus ainda na fase de projeto e planejamento da obra, conforme previsto pelos próprios objetivos do Projeto. Por fim, sugere-se a elaboração de um material didático acessível para além do meio acadêmico, voltado ao apoio à produção popular da ACT e ao trabalho de profissionais da área, que integre os fundamentos do VerSus adaptados à realidade brasileira.

Conceptualização, C.H.P., J.L.B., e L.I.L.; Curadoria de dados, C.H.P.; Análise formal, C.H.P.; Obtenção de financiamento, C.H.P., e L.I.L.; Investigação, C.H.P.; Metodologia, C.H.P., L.I.L.; Gestão de projeto, C.H.P., e L.I.L.; Supervisão, C.H.P., e L.I.L.; Validação, C.H.P.; Redação - rascunho original, C.H.P., J.L.B., e L.I.L.; Redação - revisão e edição, C.H.P., e L.I.L.

Aedo, W. C. (24-28 de noviembre de 2014). ¿Por qué construir con tierra? Universalidad y sostenibilidad [Sesión de conferencia]. 14º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra (SIACOT), Anais, San Salvador.

Bessa, S. A. L., e Librelo, L. I. (2021). A importância das práticas construtivas nos canteiros experimentais em cursos de arquitetura e urbanismo. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, 12(00), e021028. <https://doi.org/10.20396/parc.v12i00.8660850>

Borges, J. (2023). Uma introdução à economia ecológica: ideias para um primeiro debate. Em H. Costa de Brito, M. M. Neto da Silva (Org.). *Meio Ambiente e Sustentabilidade: Pesquisa, reflexões e debates emergentes*. (1 ed. Vol. IV, pp. 196-206). Ampla Editora. <https://doi.org/10.51859/ampla.mas3200-1>

Borges, J. C. L., e Prompt, C. H. (2024). Energetic study applied to permaculture in Barra da Lagoa in Santa Catarina. *LUMEN ET VIRTUS*, 15(39), 2942-2956. <https://doi.org/10.56238/lewl5n39-103>

Cavalcanti, C. (2022). Economia ecológica: desafio à interdisciplinaridade: Uma possível referência para o desenho de sistemas humanos realmente sustentáveis. *Inovação & Desenvolvimento: A Revista da FACEPE*, 1(8), 17-24. <https://revistainovacao.facepe.br/index.php/revistaFacepe/article/view/82/96>

Correia, M., Dipasquale, L., e Mecca, S. (Eds.). (2015). *VERSUS: HERITAGE FOR TOMORROW: Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture*. Firenze University Press. <https://library.oapen.org/viewer/web/viewer.html?file=/bitstream/handle/20.500.12657/55140/9788866557425.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES CRediT

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fathy, H. (2009). *Arquitetura para os pobres. Uma experiência no Egito rural*. Dinalivro.

Ferreira, T. L. (2014). *Arquiteturas vernáculas e processos contemporâneos de produção: Formação, experimentação e construção em um assentamento rural* [Tese de Doutorado em Arquitetura, École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble]. Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Grenoble. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-08092015-142648/>

Galvão, W. J. F., Ornstein, S. W., e Ono, R. A. (2013). Avaliação pós-ocupação em empreendimentos habitacionais no Brasil: da reabilitação aos novos edifícios. Em S. Barbosa Villa, Sh. Walbe Ornstein, (Comps.), *Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação* (1º ed., pp. 1-400). Oficina de Textos.

Glaeser, L. M. (2024). Ruptura metabólica: a visão de Marx sobre a desconexão do ser humano com a natureza pelo capitalismo. *Alamedas*, 12(3), 256-262. <https://doi.org/10.48075/ra.v12i3.33218>

Guillaud, H., d'Architecture de Grenoble, É. N.S., Moriset, S., Sánchez Muñoz, N., e Sevillano Gutiérrez, E. (Eds.). (2014). *Lessons from vernacular heritage to sustainable architecture. Versus leçons du patrimoine vernaculaire pour une architecture durable lezioni dal patrimonio vernacolare per l'architettura sostenibile contributo do património vernáculo para a arquitetura sustentável lecciones del patrimonio vernáculo para una arquitectura sostenible*. CRAterre & Escola Superior Gallaecia. https://www.esg.pt/versus/pdf/versus_booklet.pdf

Guizzo, I. O. (2018). *O construir como afeto: A casa como corpo e não manifesto*. *Arquitextos*, 19(218.04). <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/19.218/7030>

Li, P., Froeser, T. M., e Brager, G. (2018). Post-occupancy evaluation: State-of-the-art analysis and state-of-the-practice review. *Building and Environment*, 133, 187-202. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.024>

Mars, R. O. (2008). *O design Básico em Permacultura*. Via Sapiens.

Morrow, R. (2010). *Permacultura passo a passo*. Mais Calango.

Neves, C. (2023). *Materiais de construção e sistemas construtivos com Terra*. Ed. da Autora

Neves, C., Fernandes Maranhão, M., Lelis, N., e Borges Faria, O. (Eds.). (2022). *Arquitetura e construção com terra no Brasil* (1º ed., pp. 1-251). ANAP.

Neves, C., e Faria, O. B. (Org.). (2011). *Técnicas de construção com terra*. Faculdade de Engenharia de Bauru/Red Iberoamericana PROTERRA. <https://redeterrabrasil.net.br/wp-content/uploads/2020/08/T%C3%A9cnicas-de-constru%C3%A7%C3%A3o-com-terra.pdf>

Niroumand, H., Kiberdt, C. J., Barcelob, J. A., e Saaly, M. (2017). Contribution of national guidelines in industry growth of earth architecture and earth buildings as a vernacular architecture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 1108-1118. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.074>

Okretic, G. A. V. W., Carlos, Y. B. A., Santana, D. R., Ximenes Santos, I. e Rodrigues Silveira, M. T. (2024). Grupo de Pesquisa Sobre Arquitetura Vernácula: técnicas utilizadas no interior do Ceará. Em O. B. Faria, S. S. B. Saraiva, e L. Maia (Eds.). *TerraBrasil 2024 - Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil* (9º ed., pp. 439-452). TerraBrasil / UFBA. https://www.academia.edu/122158858/TerraBrasil_2024_1

Prompt, C. H. (2012). *Arquitetura de Terra em Unidades Agrícolas Familiares: Estudo de Caso no Oeste Catarinense* [Tese de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina]. Repositório Institucional UFSC. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/101027>

Prompt, C. H. (2021). *Avaliação da Sustentabilidade em Arquitetura e Construção com Terra. Estudo de Caso no Oeste Catarinense* [Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina]. Repositório Institucional UFSC. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/231172>

Prompt, C. H., e Librelotto, L. I. (2018). Arquitetura e Construção com Terra em Santa Catarina. Em C. Neves, F. Cardoso, e L. Maia (Orgs.). *TerraBrasil 2018 - Congresso de Território e trabalho: a produção da arquitetura com terra no Brasil* (7º ed., pp. 346-355). TerraBrasil / UFBA. https://www.academia.edu/122137212/Terra_Brasil_2018

Prompt, C. H., e Librelotto, L. I. (2020). Avaliação da Sustentabilidade em Arquitetura e Construção com Terra. Adaptação do Método Versus em Santa Catarina. Em *Actas 2º Seminário Arquitetura Vernácula Patrimônio & Sustentabilidade* (2ª ed.). <https://static.even3.com/anais/202463.pdf>

Prompt, C. H., e Lisboa, S. (2022). Panorama dos Profissionais da Arquitetura e Construção com Terra na Região Sul do Brasil. Em C. Neves, F. Cardoso, e L. Maia (Eds.). *TerraBrasil 2022 - Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil* (8ª ed., pp. 307-318). TerraBrasil: UFSC. <https://www.fundacionantoniofontdebedoya.es/libro-terra-brasil/>

Silva, V. G. (2003). *Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica* [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digitas USP. <https://doi.org/10.11606/T.3.2003.tde-10032025-143614>

Vegas, F., Mileto, C., Guimaraens, G., e Navalón, V. (2014). Defining Sustainable Architecture. Em M. Correia, L. Dipasquale, S. Mecca (Eds.) *VERSUS: Heritage for Tomorrow: vernacular Knowledge for Sustainable Architecture* (pp.34-39). Firenze University Press. <https://doi.org/10.36253/978-88-6655-742-5>

Weimer, G. (2005). *Arquitetura Popular Brasileira*. WMF Martins Fontes

Zambrano, L. M. A. (2008). *Integração dos Princípios da Sustentabilidade ao Projeto de Arquitetura* [Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro]. PROARQ — Programa de Pós Graduação em arquitetura da UFRJ. <https://proarq.fau.ufrj.br/producao/teses-e-dissertacoes/1032/integracao-dos-principios-da-sustentabilidade-ao-projeto-de-arquitetura>