



## XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção  
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

# SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DA ARQUITETURA VERNÁCULA EM AREQUIPA – PERU<sup>1</sup>

**MAMANI, Marco Antonio Vilca (1); BASTOS, Leopoldo Eurico Gonçalves (2);  
SILVOSO, Marcos Martinez (3)**

(1) PROARQ-FAU/UFRJ, e-mail: marcoxmam66@hotmail.com; (2) PROARQ-FAU/UFRJ,  
e-mail: leopoldobastos@gmail.com; (3) PROARQ-FAU/UFRJ, silvoso@gmail.com

### RESUMO

A arquitetura vernácula é resultado da engenhosidade do homem, através dos séculos de diversas civilizações para proteção contra os rigores climáticos e por questões de segurança, o que revela uma consonância com a sustentabilidade ambiental. Ao longo da história há muitos exemplos dessa arquitetura baseada nas condições materiais, técnicas e ambientes locais. Arequipa é um bom exemplo histórico de interação entre a sua arquitetura, o meio físico, materiais locais, sistemas construtivos e identidade cultural. A proposta do trabalho consiste em analisar o processo evolutivo da arquitetura vernácula em Arequipa e identificar suas características relacionadas com os princípios de sustentabilidade ambiental. O estudo apresentado desenvolve-se no contexto de uma dissertação de mestrado. A pesquisa contribui objetivamente com uma análise de soluções vernáculas passíveis de serem utilizadas em projetos contemporâneos de concepção arquitetônica, voltados para a habitação popular e orientados para o desenvolvimento sustentável de Arequipa.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade ambiental. Arquitetura vernácula. Arequipa.

### ABSTRACT

*The vernacular architecture is the result of the ingenuity of man, through the centuries of many civilizations for protection against climatic rigors and safety issues, which reveals a line with environmental sustainability. Throughout history, there are many examples of this architecture based on material conditions, technical and local environments. Arequipa is a good historical interaction example of architecture, with its physical environment, local materials, building systems, and cultural identity. The aim of this study is to analyze the evolutionary process of vernacular architecture in this region and identify its characteristics related to the principles of environmental sustainability. The study presented is developed under the context of a MSc dissertation. The research objectively contributes with an analysis of vernacular solutions possible to be used in contemporary designs of architectural design, focused on low-income housing and oriented to the sustainable development of Arequipa.*

**Keywords:** Environmental sustainability. Vernacular architecture. Arequipa.

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho insere-se nas discussões sobre a arquitetura vernácula e a sustentabilidade. A arquitetura vernácula é resultado da engenhosidade

---

1 MAMANI, Marco Antonio Vilca; BASTOS, Leopoldo Eurico Gonçalves; SILVOSO, Marcos Martinez. Sustentabilidade ambiental da arquitetura vernácula em Arequipa – Peru. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

do homem, através dos séculos de diversas civilizações para proteção contra os rigores climáticos e por questões de segurança, o que revela uma consonância com a sustentabilidade ambiental.

Inicia-se com um estudo sobre o processo evolutivo da arquitetura vernácula em Arequipa - Peru e a identificação de suas características arquitetônicas relacionadas com os princípios de sustentabilidade ambiental. Desta forma, pretende-se estabelecer algumas recomendações de modo a contribuir para a concepção de projetos arquitetônicos na região, voltados para a habitação popular e orientados para o desenvolvimento sustentável. Atualmente nesta região é corrente a autoconstrução de habitações que apresentam cópias e inserções informais de algumas características da arquitetura vernácula, e que se expressam como uma arquitetura híbrida, carregada com antigos símbolos, porém descontextualizados. Esta nova reinterpretação construtiva faz com que sejam perdidos alguns valores da arquitetura vernácula como a sua adequabilidade climática ditada pela implantação, orientação, vinculação ao uso de materiais locais, e características de organização do espaço, etc. (Lopez et al., 2015).

Considerando-se como desafio proposto a análise da arquitetura autóctone do vale de Arequipa em três tempos históricos, procura-se verificar possíveis implicações em termos da sustentabilidade ambiental.

A sustentabilidade ambiental requer o emprego de materiais, processos e técnicas construtivas em consonância com os preceitos do bioclimatismo. Assim, a arquitetura vernácula em função de suas características funcionais e de adequação ambiental reveste-se como um objeto importante de análise.

## **2 A ARQUITETURA VERNÁCULA**

Na literatura, são encontrados majoritariamente estudos relativos ao uso e reciclagem de materiais construtivos, mas poucos relacionados com o comportamento climático do vernáculo construído, além da não observância dos fatores social, cultural e econômico, que são de igual importância para uma arquitetura com viés sustentável (Villenga, 2015).

A arquitetura vernácula resulta de um trabalho inconsciente, baseado em conhecimentos acumulados por gerações, que difere da arquitetura resultante do processo de projeto, com consciência e intelecto (Tamer, Indjy; 2011). Ela reflete a compreensão humana sobre as condições locais, é resultado de técnicas tradicionais ancestrais, aperfeiçoadas com o transcorrer do tempo, e atende às necessidades de uma época. No vale de Arequipa encontrava-se na época pré-hispânica cinco culturas: Puquina, Tiahuanaco, Huari, Churajón e Inca. Estas culturas foram se adaptando e se integrando, gerando assim técnicas construtivas e uso de materiais locais de acordo com seus costumes e necessidades.

Mais adiante, na época da colônia, a arquitetura vernácula representativa já é resultado de um processo de síntese. Pois os antigos povos possuíam

uma longa tradição arquitetônica e urbanista quando em contato com a dominação espanhola, o que resultou em novos padrões arquitetônicos (Burga, 2010).

No atual período, o republicano, é corrente o “*vernáculo moderno*”, definido como uma reinterpretação da arquitetura vernácula, e ao que tudo indica parece não mais atender aos valores e princípios de sustentabilidade, sendo também conhecido como arquitetura Chicha (Burga, 2010; Lopez, et al., 2015).

Muitas definições dadas para a arquitetura vernácula são baseadas em suposições, inconscientes ou regionalistas, sem embasamento arquitetônico; características que não são suficientes para identificar um estilo, o que requer uma análise comparativa e exaustiva das características do produto e processo do vernáculo, para diferenciá-lo de outros estilos; primitivo, popular, contemporâneo, etc. (Rapoport, 1990).

Mesmo reconhecendo as limitações conceituais para a definição da arquitetura vernácula, no presente trabalho consideram-se para análise três exemplos de construções vernáculas com base nos períodos históricos: Pré-hispânico, Colonial e Republicano

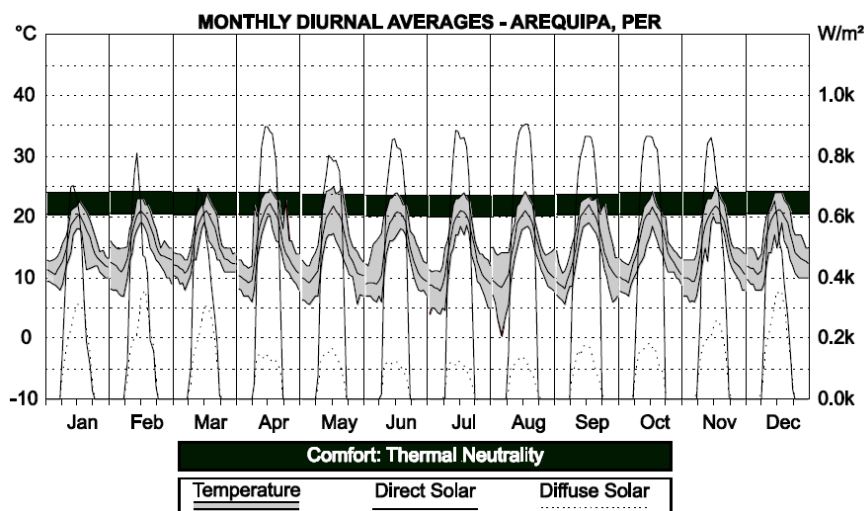
A metodologia empregada inicialmente baseia-se em fontes bibliográficas para definir os três tempos históricos da arquitetura vernácula no vale de Arequipa. Posteriormente é realizada uma análise arquitetônica comparativa com viés bioclimático de tipologias vernáculas representativas em cada período. No período pré-hispânico são examinados documentos referentes a pesquisas arqueológicas. Para o período colonial e o republicano foi realizado um levantamento *in loco* das tipologias tomadas como exemplo.

### 3 O CONTEXTO GEOGRÁFICO E CLIMÁTICO DE AREQUIPA

Arequipa (latitude 16°24' 10"S; longitude 72°32' 10"W de Greenwich; e altitude de 2.329 m.s.n.m) encontra-se entre a cordilheira dos Andes e o deserto de Atacama, este um dos mais áridos do mundo. A região tornou-se habitável por antepassados, provenientes dos Andes que trabalharam nas margens dos rios da cidade, criando terraços “andenerias” para o cultivo e tecnologia hidráulica, o que permitiu o desenvolvimento de áreas rurais e posteriormente com a chegada dos conquistadores, a fundação da cidade.

Os níveis incidentes de irradiação solar global (direta + difusa) na região são os mais altos do Peru, e atingem valores acima de 1000 W/m<sup>2</sup>. Os valores para a temperatura de bulbo seco oscilam de 10 °C a 25 °C, frio de noite e temperado durante o dia (ver Figura 1). A média anual de umidade relativa varia de 36% a 67%, sendo a menor quase todo o ano. As precipitações pluviais dão-se nos meses de janeiro, fevereiro e março com nível médio de 30,30 mm. Quanto aos ventos, estes têm direção oeste-noroeste no período diurno, enquanto à noite de leste-sudeste, com uma velocidade média de 3,5 m/s. Observa-se que é uma região sujeita a abalos sísmicos devido à proximidade de três vulcões (Ramirez, 2002).

Figura 1 – Média mensal diária: temperatura bulbo seco, radiação solar direta e difusa no plano horizontal



Fonte: Almodóvar et al. (2012)

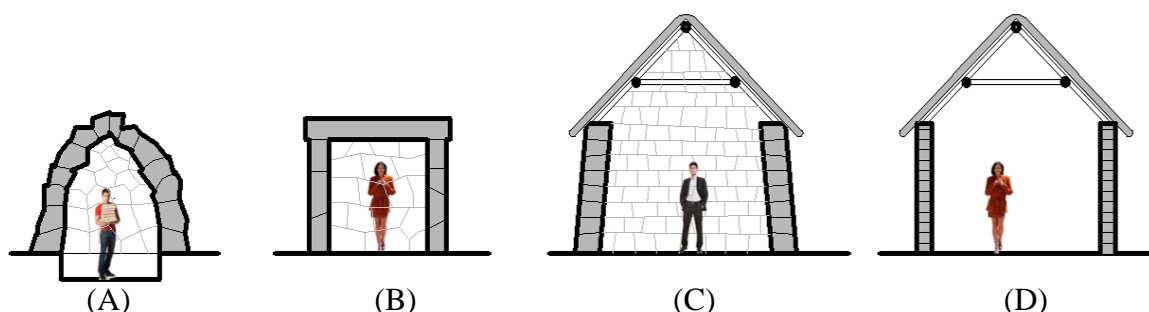
## 4 EXEMPLOS DE ARQUITETURA VERNÁCULA

### 4.1 Arquitetura vernácula – pré-hispânica

A região de Arequipa segundo as fontes pertencia à civilização Puquina-Atacama. Em Arequipa e proximidades foram encontradas caixas funerárias construídas em pedra, de estilo *Puquina* (Bermejo, 1949). As casas dos *Puquina* evoluíram muito ao decorrer dos séculos; as primitivas eram subterrâneas e depois eram edificadas em forma de círculo (Bernedo, 1949). Posteriormente, os Incas reconstruíram e ampliaram estas construções, melhoraram a agricultura (Aspilcueta, 2013).

O processo cultural influenciou a arquitetura, que evoluiu com o tempo adaptando-se cada vez mais a seu entorno ambiental.

Figura 2 - Processo de modelos vernáculos em Arequipa. (A) Casa primitiva dos Puquina, ruínas de Huactalacta em Pocsí. (B) Casa de Tiahuanaco e Huari. (C) Casa de Churajón. (D) Casa Inca.



Fonte: Interpretado de Bernedo (1949)

A cosmovisão dos povos deste período influenciou na utilização dos materiais construtivos. Como os vulcões eram considerados divindades, a

rocha vulcânica de cor branca “sillar” não era utilizada, mas sim outros tipos de rochas locais. Outro aporte importante deste processo pré-hispânico são as “andenerias” (forma de cultivo em escadaria), que permitiu o desenvolvimento do vale de Arequipa.

Quadro 1 – Hipótese do período histórico de Arequipa - vernáculo

Estilo e/ou período (domínio da cultura)	PRÉ-HISPÂNICO (vernáculo)			
	PUQUINA	TIAHUANACO e HUARI	CHURAJON	Dominação INCA
	300 a.C - 500 d.C.	500 - 1000 d.C.	1000 - 1450 d.C.	1450 - 1540 d.C.
<b>Terremotos</b>	Sem registros			

Fonte: Elaboração dos autores baseado em Aspilcueta (2013)

#### 4.2 Arquitetura vernácula por síntese – colonial

A longa tradição arquitetônica e urbanista destes povos em contato com a dominação espanhola concorreu para o surgimento de padrões arquitetônicos novos; uma relação de síntese que ocorreu a partir de um processo de apropriação (Burga, 2010).

No começo do período colonial a arquitetura local caracterizou-se pela adaptação às técnicas européias, em termos de expressões formais e estéticas. A tipologia arquitetônica constitui-se de aposentos dispostos em um quadrilátero ao redor de um pátio central. As paredes são de pedra ou adobe, e no marco dos vãos é utilizada a pedra branca vulcânica (sillar). As coberturas inicialmente de palha, passam depois a abobadadas. Devido aos terremotos, as paredes são duplas com espessura de 0,80 a 1,20 metros. A partir de 1600 os estilos adaptaram-se com maior identificação aos cânones europeus como o barroco e o neoclássico. (Palomino, 2012).

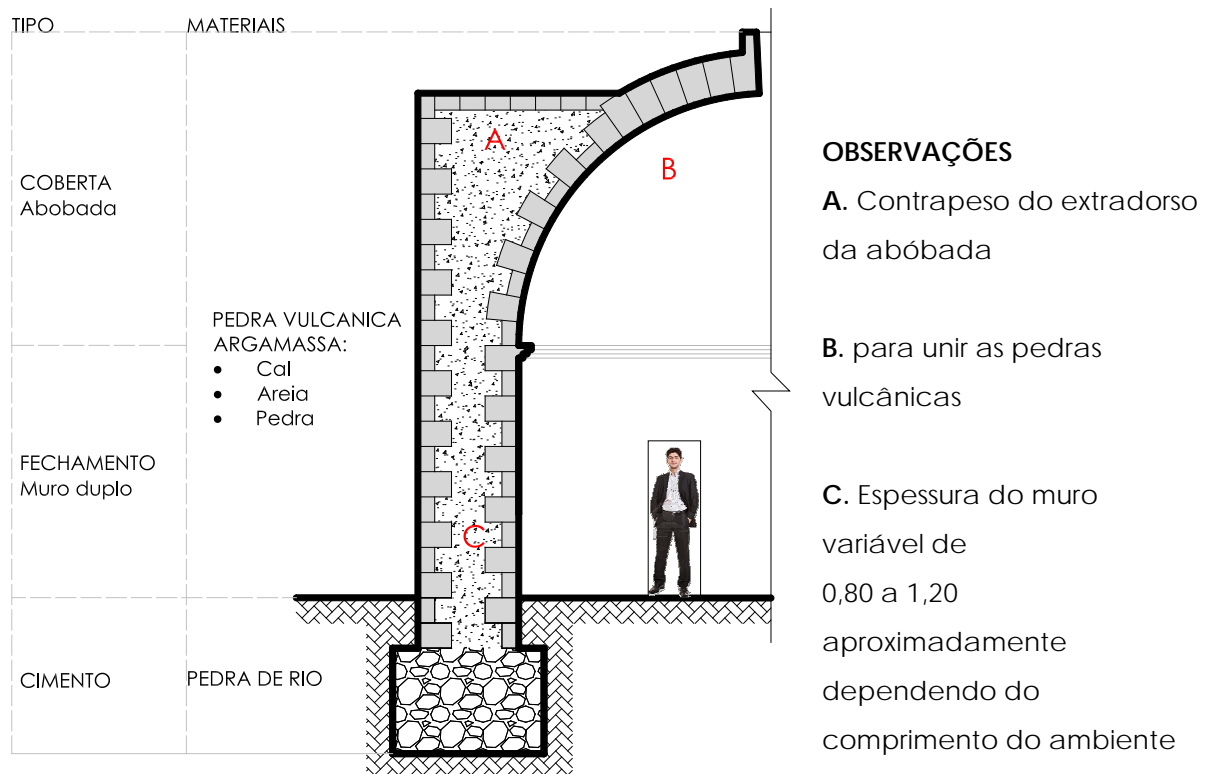
Com a Revolução industrial, novos materiais como o aço passaram a ser utilizados no sistema construtivo, reduzindo a espessura das paredes, depois desta etapa surgiram novas tipologias seguindo vários estilos: Neogótico, Eclético, *Art Nouveau*, *Art Deco*, *Tudor*, etc.

Quadro 2 – Hipótese do período histórico de Arequipa - vernáculo por síntese

Estilo e/ou período	VERNACULO POR SÍNTESI				
	Proto - hispânico <sup>1</sup>	Barroco <sup>2</sup>	Neoclássico <sup>2</sup>	Neo-renascentista <sup>2</sup>	Mistura de estilos <sup>2</sup>
	1540-1600	1601-1700	1701-1800	1801-1900	1901-1945
<b>Terremotos</b>	1582, 1600	1604	1784	1868	----

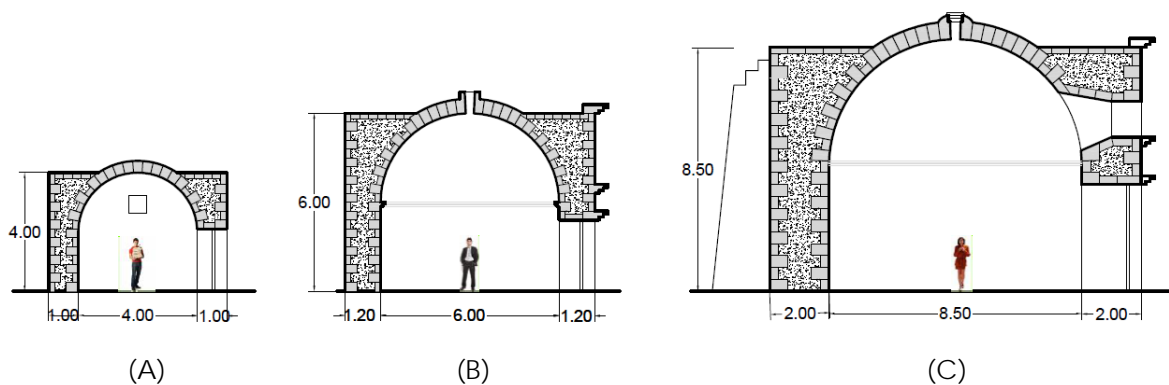
Fonte: Elaboração dos autores baseado em <sup>1</sup> Palomino (2012) e <sup>2</sup> Rios (2000).

Figura 3 – Sistema construtivo da casa senhorial colonial



Fonte: elaboração dos autores

Figura 4 - Processo de modelos vernáculos por sínteses em Arequipa. (A) Casa popular (B) Casa senhorial (C) Igreja



Fonte: Adaptado de Bustamante (2006)

### 4.3 Arquitetura "vernacular moderna" – republicano

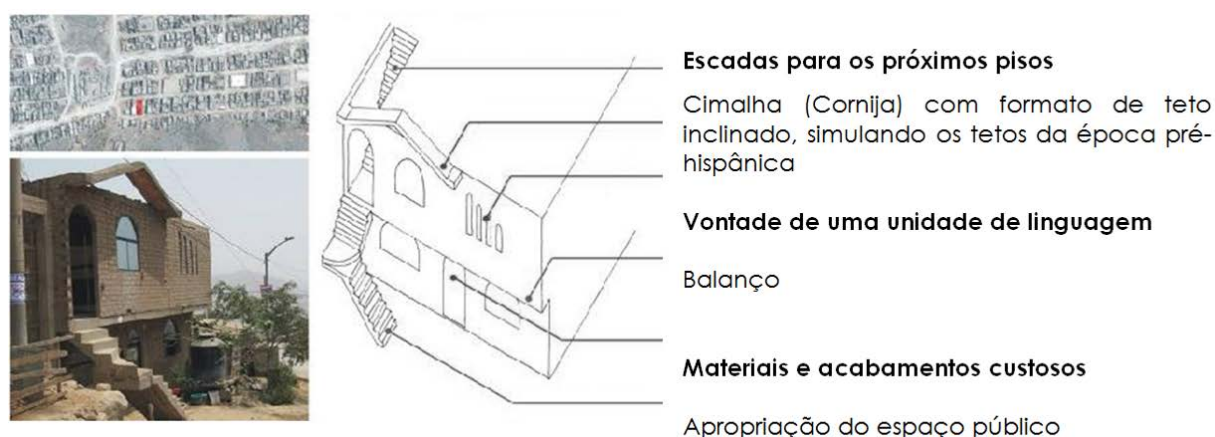
Nos tempos recentes foram construídos importantes equipamentos urbanos para a cidade, com um estilo internacional; influência da arquitetura mundial. Contudo, há também um estilo popular que muitos autores denominam de *vernáculo moderno*, a arquitetura Chicha<sup>2</sup>. É essencialmente

<sup>2</sup> Assim denominada devido à bebida cerimonial dos Incas, feita com milho fermentado, a chicha. Esta expressão cultural também se estendeu à música, onde se misturou à tradicional com o rock. Em arquitetura traz elementos simbólicos das edificações rurais às construções urbanas como mera representação, mas não-funcional.

um fenômeno urbano e produto dos movimentos do campo à cidade, onde o migrante erige na área urbana.

Os materiais utilizados na arquitetura chicha são: as paredes e tetos compostos de tijolo de argila, revestida geralmente com cerâmica. Apresentam figuras simulando outros materiais, como pedras ou madeiras; a estrutura é de concreto armado.

Figura 5 - Características da arquitetura chicha



Fonte: traduzido de Dreifuss (2011)

Figura 6 – Representação da evolução da Arquitetura Chicha no Peru



Fonte: Burga (2010)

Quadro 3 – Hipótese do período histórico de Arequipa - vernáculo moderno




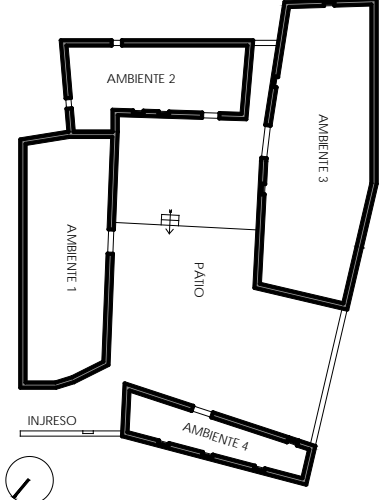
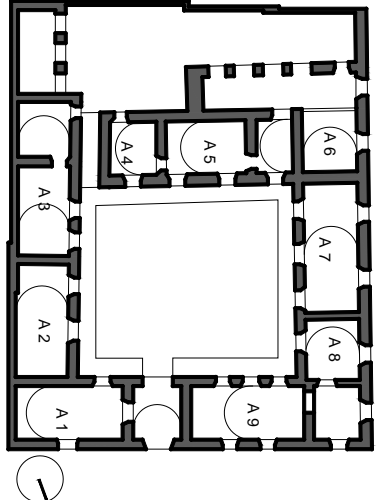
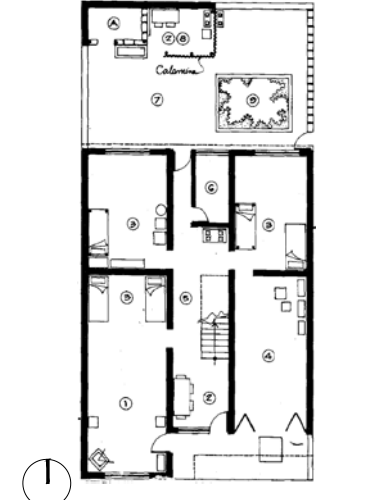
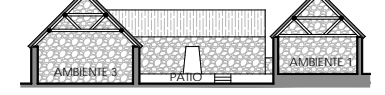

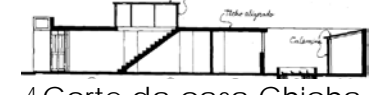
Estilo e/ou período	REPUBLICA		
	Moderno <sup>1</sup>	Pós-moderno <sup>1</sup>	Arq. Chicha <sup>2</sup>
	1945 - 1970	1971.....	1980 - 2015
Terremotos	1958, 1960	2001	

Fonte: <sup>1</sup>Pastor (2012). <sup>2</sup>Lopez et al. (2015)

## 5 ANÁLISE BIOCLIMÁTICA DE TIPOLOGIAS VERNÁCULAS REPRESENTATIVAS

Foram escolhidas três tipologias vernáculas para a análise comparativa em diferentes períodos e localizações no vale de Arequipa.

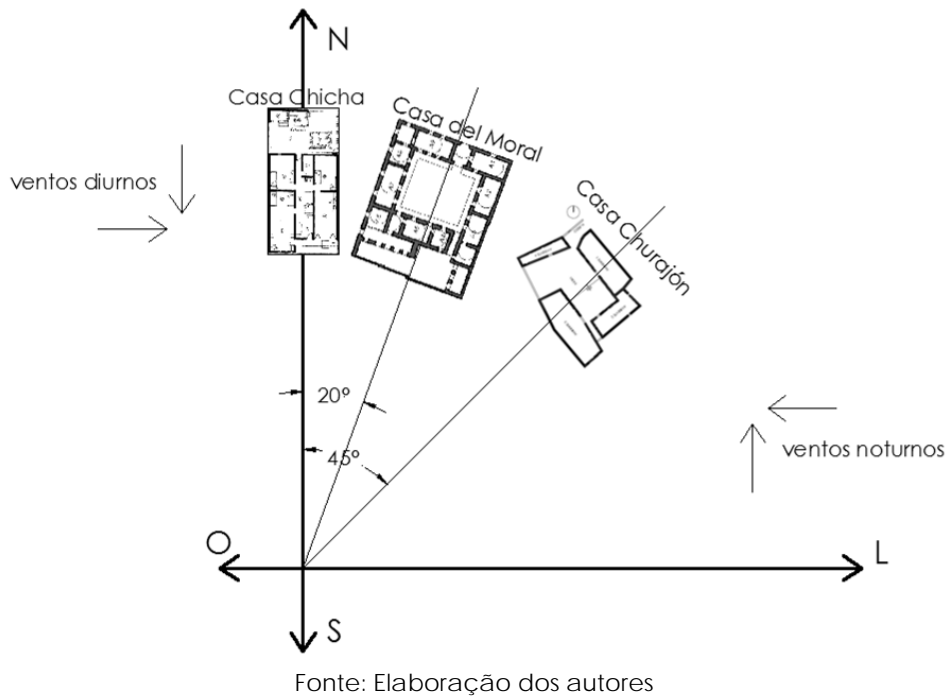
Quadro 4 – Características das tipologias vernáculas a analisar

Casa Churajón - pré-hispânico, 1000 - 1450	Casa del Moral - colonial, barroco, século XIII	Casa Chicha - republicano, 1988
 <p><sup>1</sup> A distribuição espacial da montanha "el Pillo", similar ao complexo de Churajón</p>	 <p><sup>2</sup> Traço fundacional, centro histórico de Arequipa</p>	 <p><sup>3</sup> Estrutura urbana Cerro Colorado</p>
 <p><sup>3</sup> Planta baixa da casa Churajón</p>	 <p><sup>3</sup> Planta baixa da casa Moral</p>	 <p><sup>4</sup> Planta baixa da casa Chicha</p>
 <p><sup>3</sup> Corte da casa Churajón</p>	 <p><sup>3</sup> Corte da casa Moral</p>	 <p><sup>4</sup> Corte da casa Chicha</p>

Fonte: <sup>1</sup> Álvarez (2000). <sup>2</sup> Almodóvar et al., (2012). <sup>3</sup> Elaboração dos autores. <sup>4</sup> Chamfreau (1988)



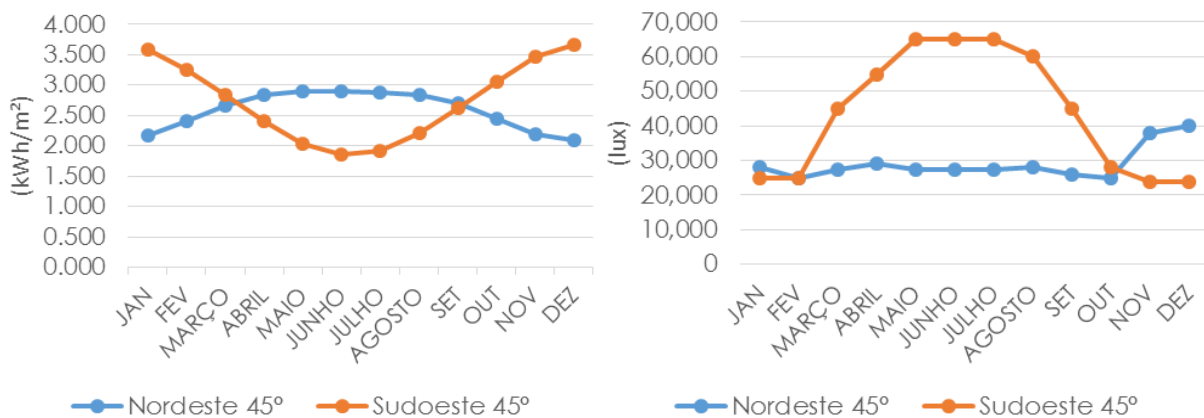
Figura 7 - Implantação das tipologias vernáculas



### 5.1 A casa Churajón

A maioria das habitações encontra-se no período pré-hispânico nas montanhas, no caso do complexo de Churajón a orientação predominante das ruas é 45° Norte. Os lotes eram distribuídos de forma orgânica e irregular, adaptando-se ao terreno. A casa de Churajón era construída em pedra local (paredes de 30 a 40 cm) e palha (cobertura) e tinha pequenas janelas como proteção ao frio noturno. A inclinação das coberturas protegia das chuvas na época de verão.

Gráficos 1 e 2 – Radiação solar incidente média mensal diária (kWh/m<sup>2</sup>) e iluminância (lux) às 12 h no dia representativo do mês nas fachadas indicadas respectivamente para a casa Churajón.



Fonte: Elaboração dos autores, dados processados em RadLite 2009, modelo de Dogniaux, clima desértico e urbano.

Observa-se que esta orientação dada às construções de azimuth 45° em relação ao norte contribui para manter uma insolação quase uniforme na fachada (Nordeste 45°) ao longo do ano. Embora sob insolação, a fachada (Sudoeste) encontra-se protegida dos ventos frios por um cômodo usado como depósito.

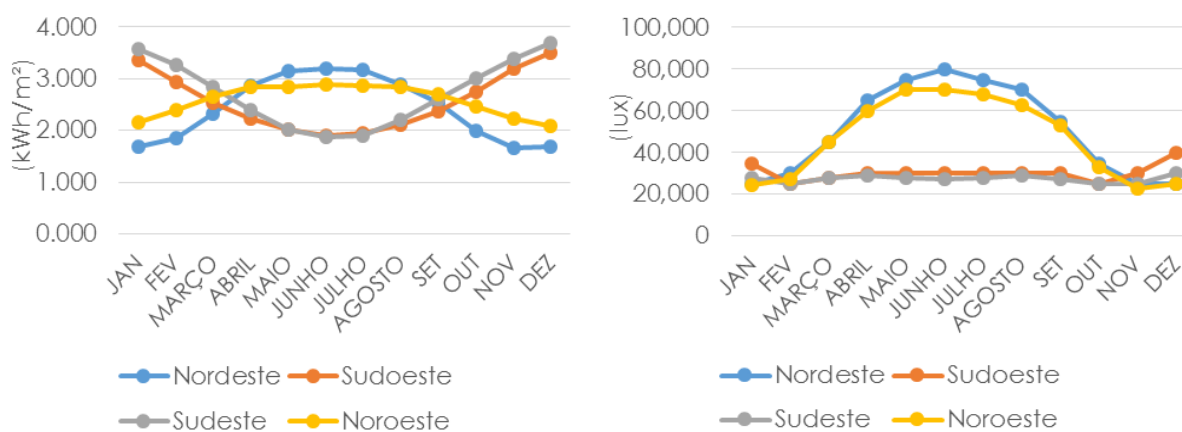
Portanto, ocorre a manutenção de uma regularidade climática na área interna da casa, pois a cobertura de palhas tem pequena inércia térmica, além de reduzida transmissão térmica para o interior durante o dia.

## 5.2 A casa del Moral

A orientação da trama urbana na época colonial onde está inserida a Casa Moral é de azimuth 20° Norte.

A casa era organizada em torno de um pátio central. A construção era em pedra vulcânica porosa sillar (paredes e cobertura). As paredes apresentam 1m de espessura para suportar os terremotos. Os tetos abobadados permitiam que as águas pluviais fluíssem para os pátios.

Gráficos 3 e 4 – Radiação incidente média mensal diária (kWh/m<sup>2</sup>) e iluminância (lux) às 12 h no dia representativo do mês nas fachadas indicadas respectivamente para a casa del Moral.

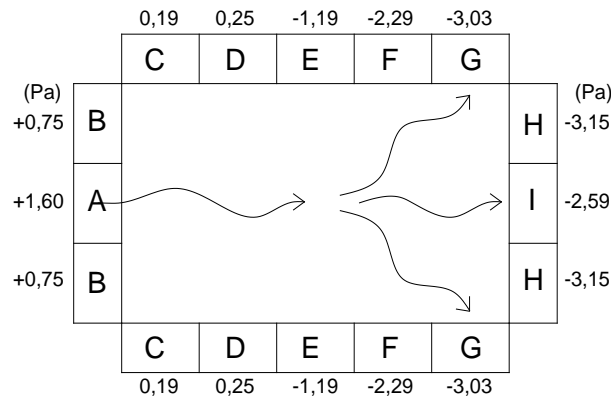


Fonte: Elaboração dos autores, dados processados em RadLite 2009, modelo de Dogniaux, clima desértico e urbano.

A casa del Moral tem seu comportamento climático ditado pela sua implantação e tipologia construtiva. A implantação segue também relação à incidência solar e aos regimes de ventos. A casa é construída com a rocha branca sillar [ $k=0,55 \text{ W/(mK)}$ ;  $\rho=1600\text{kg/m}^3$ ;  $C_p=1000\text{J/(kgK)}$ ], o que concorre para uma redução na absorção solar pelo envelope. A diversidade do regime de ventos atuantes nas fachadas Nordeste e Noroeste, além da cor branca de toda estrutura, contribui para o arrefecimento do envelope. A pedra sillar armazena lentamente a parcela solar absorvida durante o dia e a restitui à noite aos ambientes interiores por convecção natural e radiação térmica. A disposição dos aposentos na casa, onde os quartos ocupam em sua maioria os quadrantes Nordeste – Noroeste recebem os ventos diurnos, enquanto os outros aposentos a sota-vento, são ocupadas por outras

funções da casa. A disposição da casa com o pátio interior aberto proporciona condição adequada de ventilação ao longo dos dias e noites. A circulação dos ventos ao longo dia cria um campo de pressões favorável ao arrefecimento da casa, similar ao que ocorre em uma situação urbana, conforme pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 – Distribuição dos coeficientes de pressão de construções ao redor de um grande pátio, obtidos por simulação CFD



Fonte: Adaptado de Bonneaud (2004)

Durante a noite, as portas dos quartos são fechadas de modo a conservar o calor retido e minimizar as correntes de ar frias noturnas.

Também, observa-se que ao meio dia a iluminância natural nas fachadas Nordeste e Noroeste atinge valores mais altos, o que levou originalmente ao uso de fenestração de pequena área, a fim de reduzir a penetração dos raios solares e condições para ofuscamentos.

### 5.3 A casa Chicha

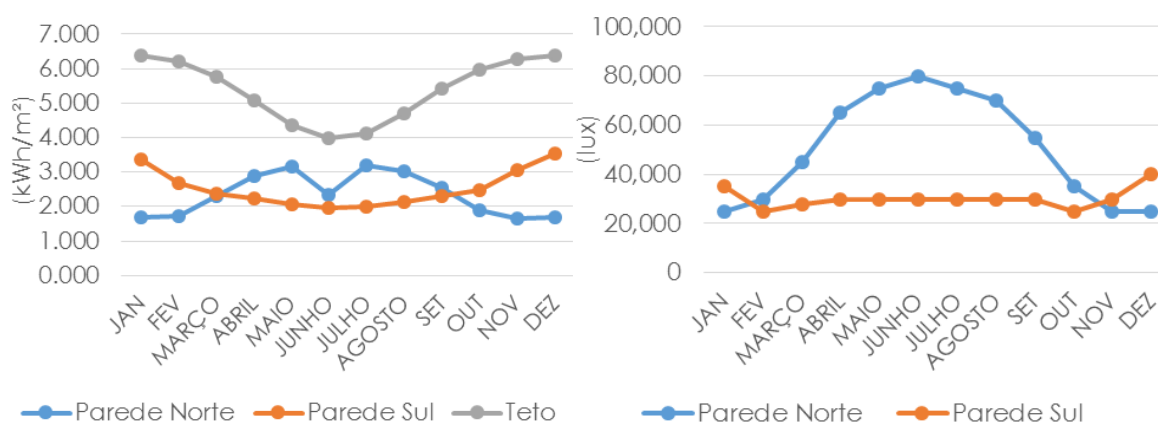
A orientação Norte é a predominante dos lotes, onde está inserida a casa Chicha. A casa analisada encontra-se em uma primeira etapa de construção, e não se observa ainda as características próprias da arquitetura chicha, como por exemplo, o uso de cimalha dando a ilusão de telhados inclinados. Apresenta paredes com 15 cm de espessura (tijolos) e a estrutura em concreto armado.

Os quartos situados na fachada Norte, de março a setembro, recebem maior insolação. Há a penetração dos ventos nas aberturas desta fachada ao longo do dia (barlavento), enquanto que a face Sul que está a sota-vento, comporta as funções de cozinha, banheiro, etc. Esta sofre a ação dos ventos frios noturnos. De março a setembro apresenta uma menor insolação.

Caso a casa tenha só um andar, a insolação na cobertura é alta; e como os materiais construtivos são a alvenaria de tijolos e laje em concreto (mais economicamente rentáveis) há uma grande absorção de energia solar, o que contribui para aquecer muito o interior da edificação. Além disso, devido à má orientação da casa em relação aos ventos diurnos, há somente as infiltrações de ar que pouco contribui para o processo de

arrefecimento. Contudo, com o empilhamento de vários andares, as condições térmicas internas irão variar consideravelmente.

Gráficos 3 e 4 – Radiação incidente média mensal diária (kWh/m<sup>2</sup>) e iluminância (lux) às 12 h no dia representativo do mês nas fachadas indicadas respectivamente para a casa Chicha.



Fonte: Elaboração dos autores, dados processados em RadLite 2009, modelo de Dogniaux, clima desértico e urbano.

#### 5.4 Comportamento térmico

De modo a avaliar as propriedades térmicas dos materiais construtivos das casas vernáculas, analisou-se a transmitância térmica, de ambientes similares com características particulares de cada tipologia vernácula. As dimensões em planta 5mx10m foram consideradas para os ambientes. Quanto aos materiais, dimensão do pé-direito, espessura das paredes e coberturas, estes variaram conforme os modelos já apresentados.

Os aposentos foram considerados em contato com o ambiente natural. A metodologia de análise e os dados da transmitância térmica dos materiais locais foram obtidos da norma peruana EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética (2014).

Quadro 5 - Transmitância térmica (U) dos elementos construtivos em W/(m<sup>2</sup>K)

componentes	Churajon	del Moral	Chicha
paredes	1,09	0,69	2,34
cobertura	1,29	1,05	1,22

Fonte: elaboração dos autores

No caso das paredes, observa-se que a casa Moral apresenta a mais baixa transmitância térmica sendo a mais favorável ao tipo de clima local devido à sua espessura e o material utilizado. Churajón apresenta valor também aceitável, mas a Chicha apresenta um valor máximo embora aceitável. Para as coberturas, as três tipologias apresentam valores similares e aceitáveis.

Cabe destacar as propriedades da rocha vulcânica sillar, encontrada na região; material poroso e higroscópico sem perda de coesão, contém 73,6 % de SiO<sub>2</sub> além de outros elementos. É uma massa vitroelástica, sendo bom

isolante térmico. O material é de cor predominantemente branca e tem boa refletância na faixa solar.

## **6 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

O vale de Arequipa passou por um processo histórico multicultural, o qual apontou para o desenvolvimento integral da região, resultado decorrente da evolução observada ou do processo de transformação dos sistemas construtivos, além do emprego de diversos materiais.

As culturas pré-hispânicas utilizaram materiais próximos do lugar onde construíram suas edificações, tais como a pedra de montanha, pedra de rio, em alguns casos, terra, criando assim uma arquitetura com identidade além dos materiais utilizados não produzirem um impacto ambiental. Já na época da conquista espanhola, com os terremotos que ocorreram, as construções da época pré-hispânica revelaram-se efêmeras em sua maioria e optou-se pela utilização da pedra vulcânica como material exclusivo para as obras, além de um sistema construtivo protegido contra os sismos. Este material exclusivo do vale de Arequipa com propriedades únicas também deu uma identidade à arquitetura do vale, além de ser um material natural do ambiente. Já na época da república, o uso construtivo da pedra vulcânica foi trocado pelos tijolos; um material industrializado que gera muita poluição tanto na sua produção como na construção da obra.

### **6.1 Soluções passíveis**

Segundo (Almodóvar et al., 2012), a melhor orientação urbana para Arequipa seria considerar o azimuth 45° para o eixo dos lotes, o que garante que todas as fachadas recebam melhor insolação ao longo do ano, mantendo a fachada Sudoeste como a menos favorável. Um exemplo desta orientação é o complexo descrito de Churajón.

Recomenda-se dispor os ambientes utilizados de uso noturno (dormitórios) do lado norte para manter o aquecimento das paredes, assim como visto no caso da casa Moral.

Os ventos frios de Sudeste provenientes da campina de Arequipa umidificam o ar e recomenda-se orientar as janelas dos ambientes da sala, cozinha e banheiros nesta mesma direção.

## **7 CONCLUSÕES**

A implantação e orientação das casas Churajón e del Moral revelaram-se adequadas para o aproveitamento dos recursos naturais, protegendo-as dos ventos frios noturnos e aproveitando a radiação solar do dia para o conforto térmico no interior dos ambientes. No caso da casa Chicha, observa-se uma involução e valores arquitetônicos perdidos correspondentes à sustentabilidade ambiental.

Os materiais locais historicamente utilizados eram consoantes com a sustentabilidade ambiental para a cidade de Arequipa. Porém atualmente,

estes materiais devem ser melhor analisados para uma adequação à arquitetura contemporânea. Isto porque se deve considerar também a possibilidade de uma futura exaustão das pedreiras de sillar. Os novos projetos para habitações de baixa renda na região deverão levar em consideração diversas questões, como implantação dos lotes, orientação das fachadas e emprego de materiais e técnicas construtivas adequadas.

### AGRADECIMENTOS

Ao PRONABEC – Peru, pela bolsa de estudos, a Don Jose Almodóvar pelas informações concedidas.

### REFERÊNCIAS

- ALMODÓVAR J.; LA ROCHE P.; JIMÉNEZ R.; DOMÍNGUEZ I. **Learning from the Past.** Environmental aspects of the traditional architecture of Arequipa, Perú. PLEA2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an Environmentally Responsible Architecture. Lima, Peru, 2012.
- ÁLVAREZ P. **La Arquitectura y la distribución espacial del poblado prehispánico de Parasca (Polobaya) Arequipa.** Universidad católica de Santa María, 2000.
- ASPILCUETA J. **Evolución Urbana de Arequipa Metropolitana:** La construcción de la vulnerabilidad y configuración del riesgo de desastre. Instituto para el Desarrollo Sostenible Urbano Ambiental, 2013.
- BERMEJO V. **Historia sintética de Arequipa.** Universidad Nacional de San Agustín. 1949.
- BERNEDO M. L. **La cultura Puquina.** Lima, Perú: Ministerio de Educación, 1949. p. 35-49.
- BONNEAUD, F. **Ventilation naturelle de l'habitat dans les villes tropicales.** Thèse de doctorat. Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes, Nantes-França, 2004.
- BURGA B. J. **Arquitectura vernácula Peruana, un análisis tipológico.** Lima: Colegio de arquitectos del Perú, 2010.
- BUSTAMANTE R. **"Similarities and Differences in Barrel Vaults of Traditional and Stately Houses in the Historic Centre of Arequipa, Perú"**, The Second International Congress on Construction History, Vol. I, 2006. p 461-471, Queen's College, Cambridge University.
- CHAMFREAU M. **La vivienda de los pueblos jóvenes de Arequipa y Trujillo.** Bull instituto Francés. IFEA. Lima, 1988.p. 37-64.
- DREIFUSS S.C. **La estética (del huachafo) en la arquitectura limeña contemporánea.** Università degli Studi di Roma, La Sapienza, 2011.
- LLANQUE J. **Efectos de la Contaminación Atmosférica en el clima Urbano y Calidad Ambiental de Arequipa.** Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, 2003.

LÓPEZ. RÍOS. MARTÍN. **Architectures in transformation in Perú: Tradition and modernity.** In vernacular Architecture: Towards a sustainable future. Taylor & Francis Group. London, 2015. p. 443- 448.

PALOMINO W. **História de la Arquitectura.** Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, 2012.

PASTOR P. **Historia de la Arquitectura 6.** Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, 2014.

PERU. Norma EM.110 : Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética , 2014.

RADLLITE (software) 2009. Desenvolvido por: Castro E. B. Dissertação de Mestrado em Arquitetura. Universidade Federal de Rio de Janeiro, 1996.

RAMIREZ C. EQUIPO AQPLAN21. **Plan director de Arequipa Metropolitana 2002-2015.** Municipalidad Provincial de Arequipa, 2002. p. 69-75.

RAPOPORT A. **Defining vernacular design.** In Vernacular Architecture: paradigms of environment response, 1990.

RÍOS V. **Manual para la valoración y conservación del patrimonio Arquitectónico de Arequipa,** 2000.

TAMER A. A.; INDJY M. S.; **New strategy of upgrading slum areas in developing countries using vernacular trends to achieve a sustainable housing development.** Architecture Department, Cairo University, Cairo, Egypt, 2011.

VILLENA. **Vernacular architecture and sustainability:** Two or three lessons. In vernacular Architecture: Towards a sustainable future. Taylor & Francis Group. London. 2015. p. 3-8.