

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

***ARQUITETURA E CLIMA NA BOLÍVIA: UMA PROPOSTA DE
ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO***

FIDEL ERNESTO CAMPOS NAVARRO

**Campinas - SP
Agosto/2007**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

***ARQUITETURA E CLIMA NA BOLÍVIA: UMA PROPOSTA DE
ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO***

FIDEL ERNESTO CAMPOS NAVARRO

Orientador: Prof. Dr. MAURÍCIO RORIZ

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração em Edificações.

Campinas - SP

Agosto/2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -
UNICAMP

C157a Campos Navarro, Fidel Ernesto
Arquitetura e clima na Bolívia: uma proposta de
zoneamento bioclimático / Fidel Ernesto Campos
Navarro.--Campinas, SP: [s.n.], 2007.

Orientador: Maurício Roriz.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual
de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil,
Arquitetura e Urbanismo.

1. Arquitetura e clima. 2. Classificação climática
- Bolívia. 3. Bioclimatologia - Bolívia. 4. Zonas
climáticas - Bolívia. 5. Climatologia. I. Roriz,
Maurício. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo. III. Título.

Titulo em Inglês: Architecture and climate in Bolivia: a project for bioclimatic zoning

Palavras-chave em Inglês: Bioclimatic architecture, Applied climatology, Climate,
Bioclimatic zoning

Área de concentração: Edificações

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Joaquim C. Pizzutti dos Santos, Lucila Chebel
Labaki

Data da defesa: 31/08/2007

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

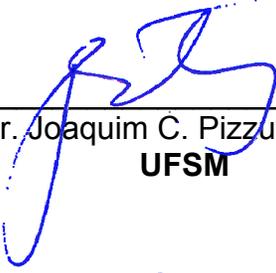
**ARQUITETURA E CLIMA NA BOLÍVIA: UMA PROPOSTA DE ZONEAMENTO
BIOCLIMÁTICO**

Fidel Ernesto Campos Navarro

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



Prof. Dr. Maurício Roriz
Orientador e Presidente
FEC-UNICAMP



Prof. Dr. Joaquim C. Pizzutti dos Santos
UFSM



Prof. Dr.^a. Lucila Chebel Labaki
FEC - UNICAMP

Campinas, 31 de agosto de 2007

RESUMO

CAMPOS NAVARRO, Fidel Ernesto. **Arquitetura e clima na Bolívia: uma proposta de zoneamento bioclimático**. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, 2007. 182p. Dissertação (Mestrado)

O clima compreende um conjunto de variáveis climáticas, que dependendo do seu maior ou do menor grau de incidência é capaz de configurar e de caracterizar o bioclima de uma determinada região. Portanto, é imprescindível para a área da Construção e do Conforto que se tenha um conhecimento prévio do bioclima da região, com o propósito de conceber ambientes construídos confortáveis, por meio do aproveitamento das potencialidades energéticas naturais que são oferecidas pelo ambiente circundante à localização do projeto arquitetônico. Por isso, o presente trabalho apresenta uma proposta de zoneamento bioclimático para a Bolívia, tendo como referência a análise das adequações construtivas utilizadas na arquitetura vernácula boliviana, em resposta ao clima das zonas. Este trabalho consistiu em duas etapas: a primeira - na coleta de dados medidos (normais climatológicas) sobre Temperaturas e de Umidades de 72 localidades bolivianas e 18 de países vizinhos, além de duas bases de dados interpolados: altitudes e normais climatológicas de todo o planeta. Para complementar espacialmente os dados climáticos, utilizou-se um processo de interpolação denominado *Média Aritmética entre pontos vizinhos*, o que permitiu produzir uma nova base de dados para o território boliviano. Posteriormente, esses dados foram novamente submetidos ao software ABC - *Architectural Bioclimatic Classification* o que finalmente resultou na definição de oito zonas bioclimáticas. Na segunda etapa – a partir da localização de alguns exemplos de arquitetura vernácula e da obtenção das normais climatológicas do seus respectivos locais, estes dados foram submetidos ao software ABC e às *Planilhas de Mahoney Adaptada*, com o objetivo de quantificar e qualificar as estratégias bioclimáticas necessárias, para fazer uma analogia dos parâmetros de correção a nível arquitetônico utilizados pelos construtores nativos. Observou-se uma grande correlação entre as recomendações bioclimáticas das zonas determinadas e as respostas construtivas vernáculas. Portanto, o zoneamento bioclimático resultante pode orientar na escolha das estratégias bioclimáticas e, desta forma, contribuir com o desempenho térmico interno dos ambientes construídos.

Palavras-chave: Arquitetura Bioclimática; Climatologia Aplicada; Clima, Zoneamento Bioclimático.

ABSTRACT

CAMPOS NAVARRO, Fidel Ernesto. **Arquitetura Architecture and climate in Bolivia: a project for bioclimatic zoning.** Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, 2007. 182p. Master of Science (MSc)

Climate is a set of climatic variables which, depending on the force with which they act, can affect the bioclimate of a region. It is therefore necessary for the Building and Comfort area to know beforehand the climate of a region, so as to provide comfortable buildings by leveraging the natural energy potential of the environment around the architecture project. This work presents a bioclimatic zoning project for Bolivia, using as a reference the building adaptations made by Bolivian vernacular architecture in response to the zones' climates. This was divided into two steps: first, collecting data (climate normals) on temperature and humidity of 72 places in Bolivia and 18 places in neighbouring countries, along with two interpolated databases: altitude and climatic normals for the entire planet. To complement spacially the climatic data, we used an interpolation process called Arithmetic Mean of Neighbouring Points, which allowed us to create a new database of the Bolivian territory. Then these data were fed again to the ABC (Architectural Bioclimatic Classification) software, which resulted in the defining of eight bioclimatic zones. In the second step, from the examples of vernacular architecture found and the climatic normals obtained from their sites, these data was fed to the ABC software and to the Adapted Mahoney Tables, in order to quantify and classify the necessary bioclimatic strategies so as to make an analogy with the architectural correction parameters used by the native constructors. We noticed a strong relation between bioclimatic recommendations of the determined zones and the vernacular building solutions. Therefore the resulting bioclimatic zoning can serve as a guide in choosing the bioclimatic strategies and contribute to the internal thermal performance of buildings.

Keywords: Bioclimatic Architecture, Applied Climatology, Climate, Bioclimatic Zoning.

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT	vii
SUMÁRIO.....	ix
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xvii
DEDICATÓRIA.....	xix
AGRADECIMENTOS	xxi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Clima e Arquitetura	5
2.1.1 Arquitetura Bioclimática.....	6
2.1.2 Elementos do Clima	7
2.1.3 Fatores Geográficos que Influenciam ao Clima	8
2.2 Condições de Conforto Térmico	10
2.2.1 Definição de Conforto Térmico.....	10
2.2.2 Equilíbrio Térmico	10
2.2.3 Fatores que Influem no Conforto Térmico.....	11
2.3 Conforto Térmico no Ambiente Construído.....	12

2.3.1 Modelo Racional ou Analítico	13
2.3.2 Modelo Adaptativo.....	13
2.3.3 Zona de Conforto Térmico	15
2.4 Métodos Bioclimáticos para o Projeto Arquitetônico	16
2.4.1 Carta Bioclimática do Olgyay	16
2.4.2 Método de Mahoney.....	18
2.4.3 Carta Bioclimática de Edificações de Givoni	19
2.5 Zoneamento Bioclimático e Arquitetura	21
2.5.1 Exemplos do Zoneamento Bioclimático	24
2.5.1.1 No Brasil	24
2.5.1.2 Na Argentina.....	25
2.5.1.3 No Chile	27
2.5.1.4 No México.....	29
2.5.1.5 Na Austrália	31
2.5.1.6 Na China.....	32
2.6 Clima e Arquitetura na Bolívia	34
2.6.1 Arquitetura na Bolívia	36
2.6.2 Arquitetura dos Povos Pré-Colombianos na Bolívia.....	39
2.6.2.1 Cultura Wankarani	42
2.6.2.2 Cultura Chiripa.....	47
2.6.2.3 Cultura Tiwanaku.....	52
2.6.2.4 Cultura Inca	59
2.6.2.5 Cultura do Nor Lípez (Potosí)	63
2.6.2.6 Cultura Chipaya	69
2.6.3 Bolívia: Arquitetura Vernácula e Clima.....	76
2.7 Considerações sobre Dados Climatológicos	81
2.7.1 Registro temporal das Variáveis Climáticas	81
2.7.1.1 Variáveis de interesse Bioclimático	82
2.7.1.2 Disponibilidade das Variáveis	82
2.7.1.3 Padronização das Variáveis	83
2.7.1.4 Hierarquia segundo a origem e registro temporal das Variáveis	83
2.8 Estimativa de Dados: Procedimentos	84
2.8.1 Interpolação	84
2.8.1.1 A organização espacial para uma interpolação a partir de pontos	84
2.8.1.2 Métodos de Interpolação a partir de pontos	86
2.8.2 Métodos Globais	87
2.8.2.1 Método de Regressão	87
2.8.3 Métodos Locais	88
2.8.3.1 Método da Média Aritmética	88
2.8.3.2 Métodos baseados na Média Ponderada	89

2.8.3.3 Método de Thiessen	90
2.8.3.4 Método de interpolação de Redes Irregulares de Triângulos	92
3 METODOLOGIA	95
3.1 Zoneamento Bioclimático para o Território Boliviano.....	95
3.1.1 Base de Dados Climáticos	95
3.1.2 Método de Interpolação adotado para a Classificação da Bolívia.....	98
3.1.3 Método adotado no Zoneamento Bioclimático da Bolívia.....	101
3.1.4 Resultados	103
3.1.5 Detalhamento das Zonas Bioclimáticas	104
3.2 Análise Bioclimática para a Arquitetura Vernácula Boliviana.....	109
3.2.1 Dos exemplos de Arquitetura Vernácula: escolha e localização	109
3.2.2 Descrição geral das Edificações	110
3.2.3 Base de Dados Climáticos	111
3.2.4 Definição dos Métodos de Avaliação Bioclimática	112
3.2.5 Metodologia Aplicada para a aquisição de dados climáticos	113
3.2.6 Descrição dos Resultados.....	113
3.2.6.1 Grupo 1: Regiões Altas.....	114
Considerações gerais	114
3.2.6.2 Grupo 2: Regiões Intermediárias.....	119
Considerações gerais	120
3.2.6.3 Grupo 3: Regiões Baixas.....	122
Considerações gerais	122
4 CONCLUSÃO	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
ANEXOS	141
ANEXO I Normais Climatológicas das estações do território boliviano e de países vizinhos.....	142
ANEXO II Classificação de todas as cidades do território boliviano, dentro do zoneamento estabelecido.....	153
ANEXO III Planilhas de Mahoney Adaptada para a arquitetura vernácula boliviana	165
ANEXO IV Normais Climatológicas das estações adotadas para a análise bioclimática das arquiteturas vernáculas bolivianas	177

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1	Carta Bioclimática de Olgyay	17
Fig. 2	Representação esquemática dos Quadros de Mahoney.....	18
Fig. 3	Carta Bioclimática de Givoni	20
Fig. 4	Classificação climática segundo Köppen	21
Fig. 5	Classificação das coberturas vernáculas segundo a zona climática	23
Fig. 6	Zoneamento Bioclimático do Brasil	24
Fig. 7	Zoneamento bioclimático da Argentina (IRAM 11.603)	26
Fig. 8	Regionalização Bioclimática do Chile.....	27
Fig. 9	Bioclima promédio do mês de janeiro.....	30
Fig. 10	Zoneamento bioclimático da Austrália.....	31
Fig. 11	Zoneamento climático da China	32
Fig. 12	Localização da Bolívia.....	34
Fig. 13	Corte Esquemático da Fisiografia e da Hidrografia	35
Fig. 14	Classificação climática geral da Bolívia.....	36
Fig. 15	Arquitetura Pré-Colombiana	37
Fig. 16	Arquitetura no período Colonial.....	37
Fig. 17	Multiplicação dos arquétipos repetitivos da "Arquitetura sem Pátria"	38
Fig. 18	Cronologia Cultural dos Andes Bolivianos.....	41
Fig. 19	Área de localização da cultura Wankarani	43
Fig. 20	Processo de construção da moradia Wankarani	43
Fig. 21	Moradia de planta circular	44

Fig. 22	Possíveis tipologias das moradias Wankarani	45
Fig. 23	Montículos de Chuquiña e Pusno.....	45
Fig. 24	Planimetria da área de estudo e o esquema da oficina cerâmica	46
Fig. 25	Escavação: oficina de cerâmica	47
Fig. 26	Área de localização da cultura Chiripa	48
Fig. 27	Cronologia dos descobrimentos arqueológicos Chiripas.....	49
Fig. 28	Esquema a partir dos dados de Hastorf et al (1999) e Escalante (1997)	50
Fig. 29	Detalhe das paredes duplas.....	50
Fig. 30	Moradias de parede dupla dos Chiripas.....	51
Fig. 31	Reconstrução da cobertura e o detalhe do ingresso pavimentado.....	52
Fig. 32	Área de localização da cultura Tiwanaku	53
Fig. 33	Tipologia da moradia Tiwanaku, período inicial.....	54
Fig. 34	Restos de fundações no período inicial da cultura Tiwanaku.....	54
Fig. 35	Reconstrução ideal da Área Cívica Cerimonial de Tiwanaku	56
Fig. 36	Restos de fundações das moradias no período urbano e no final.....	57
Fig. 37	Tipologias da moradia Tiwanaku, no período final	57
Fig. 38	Localização geográfica do império Inca	59
Fig. 39	Expansão Inca na Bolívia	60
Fig. 40	Palácio Inca de dois pavimentos, Pillokaina.....	62
Fig. 41	Localização das culturas do norte de Lípez	64
Fig. 42	Planimetria das moradias circulares.....	66
Fig. 43	Plantas das moradias circulares.....	66
Fig. 44	Planimetria de moradias elípticas.....	67
Fig. 45	Plantas de moradias elípticas.....	68
Fig. 46	Planimetria das moradias retangulares	68
Fig. 47	Planta das moradias retangulares.....	69
Fig. 48	Localização geográfica da cultura Chipaya	70
Fig. 49	Exemplos das moradias Chipaya	71
Fig. 50	Os Phutukus Chipayas (moradias rurais).....	72
Fig. 51	As Wallichí Koyas Chipayas (moradias urbanas).....	73
Fig. 52	Componentes construtivos da moradia Chipaya	73
Fig. 53	Descrição da moradia Chipaya	75
Fig. 54	Paisagem característica do <i>altiplano</i>	77
Fig. 55	Paisagem característica dos vales	78

Fig. 56	Paisagem característica das planícies	79
Fig. 57	Métodos de amostragem, a) regular, b) aleatório, c) estratificada d) por agregados	85
Fig. 58	Interpolação de temperatura por regressão com base na altura	87
Fig. 59	Valores estimados para diferentes pesos de 'n'	90
Fig. 60	Polígonos de Thiessen	91
Fig. 61	Método de redes de triângulos irregulares	92
Fig. 62	Base UEA e dados medidos.....	96
Fig. 63	Topografia da Bolívia (UEA-CRU).....	96
Fig. 64	Estações com dados medidos dentro do território Boliviano	97
Fig. 65	Estações com dados medidos dos países vizinhos	98
Fig. 66	Exemplo da malha estabelecida.....	99
Fig. 67	Exemplo de distribuição dos dados na malha	100
Fig. 68	Exemplo do processo de interpolação.....	101
Fig. 69	Exemplo de resultado do programa ABC	102
Fig. 70	Zoneamento Bioclimático Resultante	103
Fig. 71	Classificação de acordo com as zonas bioclimáticas	108
Fig. 72	Localização das construções vernáculas	110
Fig. 73	Exemplo de resultados do programa ABC para Regiões altas.....	114
Fig. 74	Porcentagens dos vãos	118
Fig. 75	Exemplo de resultados do programa ABC para Regiões Intermédias	120
Fig. 76	Exemplo (a) resultados do programa ABC	123
Fig. 77	Exemplo (b) resultados do programa ABC	123
Fig. 78	Exemplo (c) resultados do programa ABC	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Variáveis climáticas	8
Tabela 2	Fatores físicos e geográficos incidentes no clima	9
Tabela 3	Incidentes micro-climáticos	9
Tabela 4	Classificação dos fatores que influem no conforto térmico.....	12
Tabela 5	Zonas de conforto térmico humano	16
Tabela 6	Transmitância térmica das paredes e das coberturas	28
Tabela 7	Características térmicas das coberturas	29
Tabela 8	Sumário dos critérios para uma classificação climática.....	33
Tabela 9	Classificação de diferentes métodos de interpolação espacial	86
Tabela 10	Estratégias Bioclimáticas indicadas pelo Software ABC	101
Tabela 11	Porcentagens de horas/ano de cada uma das 8 zonas bioclimáticas (ZB)	103
Tabela 12	Estratégias em percentagem de horas por ano para a Zona 1	104
Tabela 13	Estratégias em percentagem de horas por ano para a Zona 2	104
Tabela 14	Estratégias em percentagem de horas por ano para a Zona 3	105
Tabela 15	Estratégias em percentagem de horas por ano para a Zona 4	105
Tabela 16	Estratégias em percentagem de horas por ano para a Zona 5	106
Tabela 17	Estratégias em percentagem de horas por ano para a Zona 6	106
Tabela 18	Estratégias em percentagem de horas por ano para a Zona 7	107
Tabela 19	Estratégias em percentagem de horas por ano para a Zona 8	107

Tabela 20	108
Tabela 21 Povoados, localização e origem dos dados climáticos utilizados	111
Tabela 22 Estratégias e recomendações bioclimáticas.....	112
Tabela 23 Planilhas de Mahoney Adaptada para as regiões altas.....	115
Tabela 24 Planilhas de Mahoney Adaptada para as regiões intermediárias.....	120
Tabela 25 Comparativa entre regiões Altas e Intermediárias.....	121
Tabela 26 Planilha Mahoney adaptada para as regiões baixas	124

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado ao meu pai,
Pánfilo Campos e a minha mãe, Ninfa Navarro

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) pelo acolhimento e a estrutura oferecida durante a minha estada no Brasil. Assim como ao Departamento e à Secretaria da pós-graduação de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil FEC/UNICAMP

Ao Prof. Dr. Maurício Roriz, do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), pela dedicada orientação e atenção dispensada durante o desenvolvimento desta dissertação de mestrado.

À Prof^a. Dr^a. Lucila Chebel Labaki, do Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP, pelo apoio e confiança no resultado final deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Arquitetura e Construção da FEC do curso de pós-graduação em Engenharia Civil da UNICAMP pelos ensinamentos e apoio durante todo o curso.

Além dos professores mencionados acima, incluo os meus agradecimentos à Prof^a. Dr^a. Silvia Mikami Gonçalves Pina que fez parte da minha banca de qualificação e ao Prof. Dr. Joaquim C. Pizzutti dos Santos que fez parte da minha banca de defesa.

Ao *Servicio Nacional de Meteorología y Recursos Hídricos* (SENAMHI) da Bolívia pela sessão de dados indispensáveis para o desenvolvimento deste trabalho. A Licenciada Virginia Rocha que mesmo à distância possibilitou o envio do material.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de Mestrado sob o processo nº. 190438/2006-1.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pela amizade e companheirismo em especial, Autimio Filho e Gelly Rodrigues.

Aos grandes amigos Victor Bellido, Huascar Muñoz, Hebert La Fuente, Teresa Garrón e Javier Vargas pela cooperação de parte do material fotográfico inestimável para a ilustração este trabalho.

À Jaqueline Medeiros de França pela ajuda na correção e edição de texto deste trabalho.

À minha família. Aos meus pais e irmãos Dolores Fátima, Javier e Gunnar. À Minha tia Zenaida e à minha filha Belén pelo estímulo e apoio incondicional.

Às pessoas que de diferentes maneiras direta e indiretamente colaborou para a concretização este trabalho.

1 INTRODUÇÃO

É importante lembrar que a concepção de uma forma arquitetônica pelo caráter envolvente das atividades humanas é mais do que um tipo de arte, já que depende em grande parte da interação com o meio. Desde a sua gênese, as edificações apresentavam um caráter conciliador entre as condições climáticas externas e as internas. A partir deste caráter é possível depreender a origem da sua relação direta com a natureza. A natureza abrange não só o *topos* 'lugar', senão também o clima, aspectos aos que a forma arquitetônica deve responder.

Antigamente, uma forma arquitetônica era considerada inerentemente sensível ao clima e as mudanças das estações. Segundo Frampton (1990), estas condicionantes - atualmente esquecidas - são constatadas no modo como a tecnologia universal é traduzida em serviços mecânicos modernos, tais como: o ar condicionado, o aquecimento e a luz artificial. Estes serviços tendem a eliminar tanto as condicionantes naturais quanto os elementos culturais. Se estes fossem considerados, refletir-se-iam visivelmente na arquitetura as características particulares do lugar.

Referindo-se à arquitetura latino-americana dos últimos cinquenta anos, González (2001, p. 1) menciona: "... que se perderam imensas oportunidades de expressar formalmente a convivência com uma cultura e um meio ambiente determinados; [...] que não se soube interpretar o contexto em que se insere e que as edificações de nossas cidades, em sua grande maioria, e elas mesmas, não foram

concebidas observando a necessária adequação aos aspectos regionais...”. E afirma: “Poucos exemplos de boa arquitetura coabitam com uma maioria esmagadora de construções que negam toda a relação harmônica com o meio ambiente. E, entre eles, uma arquitetura com débeis gestos de preocupação por uma problemática arquitetônica, energética e ambiental, que atinge a todas nossas cidades”.

No território boliviano, esta realidade não é diferente. Apresenta cada vez mais uma arquitetura insensível diante do seu entorno natural. Contrariamente, as primeiras culturas foram amplamente mais sensíveis com o lugar e o clima, mostrando conhecimento absoluto do seu entorno e tendo aperfeiçoado ao longo dos anos diferentes técnicas construtivas de adequação às diferentes regiões climáticas, já que Bolívia encontra-se na transição entre os Andes e a Amazônia, e em consequência disto apresenta uma riquíssima diversidade climática.

A arquitetura aliada ao desconhecimento das características climáticas pode gerar ambientes termicamente desconfortáveis ou dependentes totalmente do resfriamento e aquecimento mecânico, conseqüentemente, causará também, um maior consumo de energia.

Como resultado deste fenômeno, uma corrente arquitetônica mais sensível ao meio ambiente vem recuperando força, a partir da década de 60. Esta adquire uma nova concepção denominada Arquitetura Bioclimática, conceptualizada e difundida inicialmente pelos irmãos Olgyay.

Izard (1983) apontava que o processo bioclimático, que hoje se considera como uma novidade, na realidade não é mais que uma extensão de certos *savoir-faire* ‘destrezas’, ‘habilidades’ que se transmitiam antigamente de geração em geração por pessoas que não eram arquitetos e que se apoiavam em um conhecimento intuitivo do meio e do clima.

Na atualidade, segundo a Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC) de 2005, a arquitetura bioclimática está definida como:

Aquela em que a qualidade ambiental e a eficiência energética são obtidas por meio do aproveitamento racional dos recursos da natureza, de modo que contribua com o equilíbrio do ecossistema no qual está inserida. Suas principais características serão: a) adequação do espaço construído ao meio climático e as necessidades humanas; b) racionalização do consumo de energia; c) conforto ambiental proporcionado pelo uso otimizado de recursos renováveis. (Bienal José Miguel Aroztegui: apresentação/2005. Disponível em: <www.antac.org.br>)

As condições ambientais externas influenciam a arquitetura, estas devem ser consideradas para uma adequação bioclimática correta. Porém, do ponto de vista arquitetônico, atualmente existe uma preocupação no estudo e na classificação do clima, com a finalidade de visar à melhoria do desempenho térmico das edificações, tendo-se como consequência o máximo conforto natural para os usuários.

Em vários países existe uma tendência de estabelecer as características bioclimáticas. Por exemplo, na América do sul: o Brasil, a Argentina, o Chile e outros já estabeleceram o zoneamento bioclimático dos seus respectivos territórios.

O zoneamento do ponto de vista da arquitetura e do conforto, segundo Evans (2004) permite identificar áreas geográficas com condições climáticas similares, onde o projeto arquitetônico, mediante a aplicação de estratégias de acondicionamento natural pode promover o conforto térmico, reduzir a demanda de energia para calefação ou refrigeração e evitar ou reduzir impactos prejudiciais.

Os estudos de zoneamento bioclimático estão baseados na relação entre o clima e o conforto comparando as condições exteriores existentes com as condições desejáveis no interior das edificações. A diferença entre ambas aponta quais os recursos bioclimáticos apropriados para lograr uma modificação da temperatura através de estratégias, tais como: o isolamento térmico, a inércia térmica e os ganhos solares ou captação de brisas através da ventilação cruzada.

Na Bolívia, especificamente, não existe ainda uma classificação bioclimática orientada à arquitetura. Portanto, o **objetivo geral** deste trabalho é propor um zoneamento bioclimático do território boliviano, por meio da utilização de dados medidos (Normais Climatológicas) de temperaturas e umidades.

E os **objetivos específicos** são: (i) identificar e quantificar as estratégias bioclimáticas do projeto arquitetônico que podem proporcionar conforto às distintas condições climáticas resultantes, apresentadas no zoneamento; (ii) validar o zoneamento, por meio da análise das adequações construtivas bioclimáticas utilizadas pela arquitetura vernácula boliviana.

Este trabalho está dividido em quatro capítulos:

Capítulo 1 – Introdução: além das considerações gerais sobre o clima e a arquitetura, também apresenta os objetivos gerais e os específicos.

Capítulo 2 – Revisão bibliográfica: histórico e definições de clima e de arquitetura, conforto térmico, zoneamentos e métodos bioclimáticos para o projeto arquitetônico e exemplos de arquitetura vernácula boliviana.

Capítulo 3 – Metodologia: apresentação da base de dados climática, um zoneamento bioclimático para o território boliviano, procedimentos de interpolação e avaliação bioclimática, a partir desta base e como resultado, a definição de oito zonas bioclimáticas;

Capítulo 4 – Conclusão: uma descrição sobre a correlação entre as exigências bioclimáticas das zonas determinadas e as respostas construtivas vernáculas.

Em consequência deste trabalho, foram criadas algumas bases de dados que serviram de suporte às referidas análises. Em anexo (parcialmente e em cd-rom): (I) uma classificação de todas as cidades bolivianas dentro do zoneamento estabelecido – uma base com 11177 entradas; (II) Normais Climatológicas das estações do território boliviano e de países vizinhos; (III) Planilhas de Mahoney Adaptada para a arquitetura vernácula boliviana; (IV) Normais Climatológicas das estações adotadas para a análise bioclimática das arquiteturas vernáculas bolivianas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Clima e Arquitetura

Das múltiplas definições para o termo clima, referimo-nos àquele empregado pelo arquiteto Rivero (1986, p. 81) quando se refere a este como um “conjunto de fenômenos meteorológicos que definem a atmosfera de um lugar determinado”. O autor menciona também que não existem duas zonas que tenham o mesmo clima, porque os parâmetros que o determinam sempre apresentam valores diferentes.

Segundo Turner (2003), os fenômenos meteorológicos foram fatores influentes e até determinantes na vida do homem, quando praticamente `forçado` pelas condições climáticas, construiu pela primeira vez um lugar onde refugiar-se. Jones (2002) menciona que as primeiras sociedades viviam em contato com a natureza e suas vidas regiam-se de acordo com as características benignas ou não do clima.

Ainda que o clima tenha uma incidência grande sobre o conforto do ambiente construído, foram outros os fins que impulsionaram o estudo e o avanço da climatologia, dentre os mais importantes estão a aviação e a agricultura.

O efeito dos fatores climáticos sobre os seres vivos consigna o conceito da bioclimatologia como estudo desta interação. Esta ciência se estruturou baseada em relacionar os valores numéricos do clima (temperatura, precipitação, etc...) com as

formações vegetais e animais, o que leva à definição de bioclima proposta por Rivas (2006, p. 4): “cada um dos tipos de clima que se pode distinguir em função de valores mínimos dos fatores climáticos, parâmetros e índices bioclimáticos, que afetam no desenvolvimento e distribuição dos seres vivos na terra”.

Consequentemente, este caráter regional do clima tem sido, também, moderador da arquitetura de diferentes povos ao longo da história da humanidade. Fato materializado na diversidade de formas, das técnicas construtivas e dos materiais utilizados quando aqueles povos tinham que enfrentar a diversidade de características climáticas próprias da sua região.

Neste sentido, Olgyay (1963, 2002) reconhece que há uma relação do **homem** como um ser biológico, do **clima** como fator incidente no bem-estar e da **arquitetura** como moderador dessa ação, que por meio da **tecnologia** disponível vai-se adequando às condições do seu habitat. Estes fatores componentes, ao interagirem e ao sustentarem o equilíbrio na inter-relação do meio e do homem, impõem pela primeira vez as bases da arquitetura bioclimática.

2.1.1 Arquitetura Bioclimática

Existem muitos pontos de vista quando se fala de arquitetura bioclimática, mas a maioria dos estudiosos concorda e afirma que o seu princípio é a relação entre o meio e a arquitetura. Segundo Jones (2002, p. 15): “a arquitetura e o meio ambiente estão inextricavelmente unidos”; historicamente está demonstrado por meio de vários exemplos de arquitetura vernacular, que intuitivamente, os construtores desta arquitetura sempre estiveram empenhados no uso dos recursos naturais à serviço das necessidades humanas, ao desenvolver a tradição e a criatividade de construir edificações sensíveis ao lugar e ao clima.

Para Goulding (1997), o momento histórico que marcou a perda de sensibilidade dos construtores em relação ao meio ambiente, veio a partir da revolução industrial, em consequência do desenvolvimento das tecnologias no campo da construção, tais como: a iluminação artificial, as centrais de calefação e de ar condicionado que permitiram que os edifícios se tornassem progressivamente mais

indiferentes ao seu meio ambiente. É este o panorama de insensibilidade por parte do homem com relação ao ecossistema. A partir deste desequilíbrio, houve a necessidade de uma reflexão ao serem surpreendidos com o crescimento dos problemas energéticos a nível mundial:

“Tornou essencial que as edificações sejam projetadas e construídas de acordo com critérios que garantam a sua adequação ao clima em que se inserem. Por meio desta adequação, pode-se obter a satisfação do usuário quanto às condições térmicas dos ambientes internos, evitando-se em consequência, o desperdício de energia elétrica com o acondicionamento artificial da edificação”. (*Um Zoneamento Bioclimático para a Arquitetura no Brasil*. Roriz et al, 2001a, p. 1)

Portanto, a arquitetura bioclimática caracteriza-se por desenvolver uma estratégia de projeto que adote os princípios de sustentabilidade, que além do fato de só reduzir ao mínimo os impactos das construções para o meio ambiente, tenta criar uma arquitetura que seja fundamentalmente mais sensível à localização, ao clima e às necessidades do ser humano (CELIS, 2000).

Ao falar da dualidade “arquitetura-clima” se faz imprescindível conhecer os elementos componentes deste último, tal como propõe Lamberts (1997, p. 28). Para este autor, antes da concepção arquitetônica, “deve-se ter como premissa um estudo do clima do local do projeto”. E ainda: “uma boa arquitetura deverá assistir ao programa e à análise climática de forma a responder simultaneamente à eficiência energética e às necessidades de conforto”.

2.1.2 Elementos do Clima

No ambiente natural de cada lugar encontram-se recursos energéticos próprios. Para Serra & Coch (1995) estes podem ser denominados como *preexistências ambientais*, que são basicamente as características climáticas.

Estas *preexistências ambientais* estão compostas por múltiplas variáveis, mas, somente algumas destas são as que nos interessam no campo do conforto do ambiente construído, ou seja, aquelas que se traduzem em elementos que influem na sensação de bem-estar fisiológico, indicadas na tabela 1. Portanto, grande parte dos estudiosos

faz referência a algumas variáveis: a temperatura do ar (bulbo seco), a umidade (relativa, absoluta ou pressão de vapor), a radiação solar (duração, intensidade e qualidade), os ventos (direção e velocidade), a pluviosidade e a nebulosidade (RORIZ, 2001b; MORILLÓN, 2002a).

Tabela 1 Variáveis climáticas

Temperatura	Valores médios, máximos e mínimos (°C)
Umidade	Valores médios mensais de umidade relativa (%) e pressão de vapor de água (mm Hg)
Ventos	Velocidade média mensal em (m/s) e direção média prevalente (0° a 360°)
Nebulosidade	Proporção da abóbada celeste coberta por nuvens medida em escala de 0 a 10
Pluviosidade	Valores totais de precipitação mensal (mm)
Radiação	Valor da energia térmica (W/m ²)

Fonte: Sistematizado a partir de Roriz, 2001b, p. 41- 44

2.1.3 Fatores Geográficos que Influenciam ao Clima

As *preexistências ambientais* de uma determinada região podem ser influenciadas e até modificadas por diversos fatores. Lamberts (1997) afirma que as variações climáticas são atribuídas aos elementos de controle, os quais geralmente podem ser: a proximidade de corpos de água, a altitude, as barreiras montanhosas e as correntes oceânicas.

Embora os fatores físicos não variáveis, como os mencionados anteriormente, sejam amplamente aceitos, deve-se considerar outras, como indica a Australian Greenhouse Office (2000, p. 35): “características geográficas como a latitude, podem também afetar em distintos graus o resultado final do clima numa determinada região” (ver tabela 2).

Cabe lembrar que estes fatores de controle, dependendo da sua grandeza, modificarão as condições atmosféricas a nível macro ou micro-climático. É preciso esclarecer que a adoção dos termos macro e micro-clima são estabelecidas como um meio, para aumentar a precisão do conceito. No entanto, estes podem ser ainda incertos ou duvidosos. Segundo Roriz (2001b, p. 41) “um geógrafo pode adotar ‘micro-

clima' em relação a toda uma cidade, enquanto, para um biólogo a mesma expressão pode se referir apenas a uma folha específica de uma árvore”.

Tabela 2 Fatores físicos e geográficos incidentes no clima

Latitude geográfica	A influência deste fator é a determinação na duração do dia e do ângulo de incidência dos raios solares. Portanto, influi na máxima temperatura alcançada durante o dia.
Distância da Costa ou continentalidade	A diferença de temperatura entre as massas de água e as terrestres tem também seu efeito sobre a temperatura ambiente: - menor temperatura durante o dia; - efeito de atraso sobre a hora da máxima de temperatura; - a alta continentalidade acentua a amplitude térmica.
Topografia ou relevo	A temperatura pode ser afetada pelas características topográficas e sua orientação relativa ao sol. As ladeiras orientadas ao norte – receberão maior radiação – porém, absorverão maior energia do que as orientadas ao sul. É assim que terão altas temperaturas durante o dia, ao contrário, das terras baixas que registram temperaturas menores e recebem brisas de ar quente descendo das montanhas e gerando o aumento da temperatura média. Também as grandes cordilheiras podem atuar como divisórias de zonas climáticas ou barreiras de massas de ar.
Elevação ou altitude	Em geral, a temperatura diminui com o aumento da altura. Essa porcentagem apresenta-se numa ordem de 1°C por cada 100 m (pode ser alterada pela topografia local)

Fonte: Sistematizado a partir do Projeto Feasibility Study, Australian Greenhouse Building, 2000, p. 34 e 35

Se a caracterização for mais específica, é possível considerar alguns outros fatores que contribuem para a formação de micro-climas. Em função da sua extensão, modificarão o clima em maior ou menor grau. Estes elementos podem ser: os corpos de água, a vegetação e a natureza do solo. A seguir, na tabela 3 (PUPPO, 1979):

Tabela 3 Incidentes micro-climáticos

Vegetação	Grandes extensões destes elementos têm sua influência sobre a temperatura e a umidade.
Corpos de água	Estes elementos contribuem em duas condições importantes: a inércia térmica da água e a evaporação da mesma, o que vale também para a geração dos fatores macro-climáticos.
Natureza do solo	Sob influência deste, tem-se como exemplo: os desertos, as zonas rochosas, as superfícies de gelo e a neve ou as grandes pradarias.

Fonte: Sistematizado a partir de Puppo, 1979

2.2 Condições de Conforto Térmico

2.2.1 Definição de Conforto Térmico

O conceito de conforto térmico vem sendo estudado e explicado há décadas por pesquisadores de diferentes nacionalidades. Estes concordam e reconhecem que o estudo sobre as diversas variáveis ambientais – sejam diretas ou indiretas – aponta o fato delas serem responsáveis pela percepção psicofisiológica integral das condições ambientais circundantes (AMBRIZ, 2006).

Givoni (1981) observa que o bem-estar ou o conforto térmico, pode ser definido, se baseado em seu aspecto negativo, como a ausência de irritação e do desconforto devido ao frio ou ao calor; e se em seu aspecto positivo, como um estado prazeroso ou agradável. Estes aspectos dependerão única e exclusivamente do indivíduo em relação às condições térmicas do ambiente.

Posteriormente, Serra & Coch (1995) apontaram que ou o conforto ou o desconforto pode ser uma sensação própria do inconsciente e que podemos não reconhecê-la, até que algum fato nos exija perceber essa sensação de bem-estar ou de incomodidade.

Atualmente, a definição mais aceita é a enunciada pela American Society of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers (ASHRAE, 2004. p. 4) que considera o conforto como “uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico que é valorada por avaliação subjetiva”. Por outro lado, este estado de bem-estar térmico está condicionado por múltiplas variáveis psicofisiológicas e físicas circundantes que incidem sobre o homem de maneira direta. Esta inter-relação é regida pelo equilíbrio térmico.

2.2.2 Equilíbrio Térmico

Este basicamente se refere aos intercâmbios térmicos entre o homem e o ambiente, dos quais depende a sua saúde e o seu bem-estar, pois o equilíbrio é essencial na procura de uma satisfação com o ambiente térmico.

Normalmente, o corpo humano tem uma temperatura interna que varia de 36.8°C a 37.4°C; portanto, o equilíbrio deste, refere-se à manutenção da temperatura dentro desses parâmetros, independentemente das variações da temperatura do ar (ASHRAE, 2001. p. 8.1). Diante de qualquer mudança desta estreita margem de equilíbrio, seja de ganho ou de perda de calor, o corpo automaticamente ativa os seus mecanismos termo reguladores, a fim de recuperar a estabilidade térmica.

Roriz (2001b) menciona que em condições de verão o corpo procura perder calor, e os mecanismos envolvidos são: de vaso-dilatação periférica, de redução da atividade metabólica e de sudação. Porém, as condições de inverno o corpo procura reter o calor interno, então os mecanismos são: o de vaso-constricção periférica, o de pilo ereção, o de interrupção da sudação, de tiritar e encolher-se.

González et al (1986) indicam que os fenômenos pelo qual o corpo humano perde e ganha calor são expressos em equações e consideram diversos fatores participantes na interação entre o homem e o meio. Como mostra a equação 1:

$$0 = M \pm R \pm CONV \pm COND - E \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

- M = Calor produzido por processos metabólicos
- R = Ganho e perda de calor por radiação
- CONV = Ganho e perda de calor por convecção
- COND = Ganho e perda de calor por condução
- E = Dissipação de calor por evaporação

2.2.3 Fatores que Influem no Conforto Térmico

A condição de equilíbrio, segundo Givoni (1981) pode ser afetada por diferentes fatores: a atividade física, a aclimação, a vestimenta, e outros próprios do sujeito, além de incluir alguns de caráter ambiental como a temperatura, a radiação, a umidade e o movimento do ar. Porém, estes fatores agrupam-se como apresentado no quadro

abaixo, com a finalidade de esclarecer a classificação dos diferentes fatores que podem incidir na sensação do conforto térmico do homem:

Tabela 4 Classificação dos fatores que influem no conforto térmico

Fatores do ambiente	Temperatura de bulbo seco (TBS) Temperatura média radiante (TMR) Umidade do ar Velocidade do ar
Fatores do indivíduo	Taxa metabólica Grau de isolamento térmico das roupas Aclimatação

Fonte: Roriz, 2001b, p. 46

Esta conjugação de fatores afeta diretamente à sensação térmica. Qualquer mudança em algumas destas variáveis modifica a percepção térmica dentro de um ambiente, como por exemplo, um aumento na quantidade de umidade no ar provoca uma sensação de maior calor, pelo simples fato de que a umidade do ar dificulta a perda de calor por evaporação.

A taxa metabólica é dependente do tipo de trabalho realizado, e isto significa dizer que quanto maior for o esforço físico desenvolvido, maior será a quantidade de calor produzido pelo corpo. Assim, diante das condições climáticas quentes e úmidas, a sensação térmica de uma pessoa, em estado de repouso, será mais agradável que a de uma pessoa realizando um trabalho moderado.

2.3 Conforto Térmico no Ambiente Construído

Os primeiros estudos relacionados com o conforto térmico começaram na Europa no início do século XIX, procurando estabelecer critérios em razão do calor na indústria mineira e têxtil, devido aos freqüentes acidentes e enfermidades por consequência do calor e da umidade (GONZÁLEZ et al, 1986).

Ao considerarmos o ponto de vista arquitetônico, o conforto térmico estaria definido como os limites confortáveis de temperatura do ar em ambientes internos (RORIZ, 2003). Assim, o conforto térmico é uma condição essencial para obter a

satisfação dos ocupantes de uma edificação e realizar com eficiência as suas atividades.

Em seu livro intitulado "Arquitetura e Clima", Olgyay (1963, 2002) estabeleceu alguns critérios de conforto em função dos resultados de estudos realizados em diversas áreas, especialmente entre os fisiólogos, como base para estabelecer uma zona de conforto dentro de um diagrama bioclimático. Este autor é considerado o pioneiro no desenvolvimento da arquitetura bioclimática que preconiza a inter-relação e o equilíbrio do clima, da arquitetura, da tecnologia e do homem.

Posteriormente, desenvolveram-se diversos tipos de índices, critérios e modelos térmicos, dentre os quais podemos distinguir duas correntes, sendo a primeira denominada como '*racional*' ou '*analítica*' e a segunda, como '*adaptativa*'.

2.3.1 Modelo Racional ou Analítico

Este modelo parte do princípio de que as pessoas ao serem biologicamente idênticas, teriam as mesmas preferências térmicas, aceitando-se que os limites de temperatura pudessem ser Universais (RORIZ, 2003). Fanger (1970) foi o principal representante desta corrente. Desenvolveu a sua teoria mediante estudos experimentais sobre as condições de conforto térmico em câmaras de ambientes totalmente controlados. E a partir das respostas das pessoas, elaborou as equações que foram base para as normas ISO 7730 (1994) e ANSI/ASHRAE 55 (1992). No entanto, existe um questionamento ao modelo de Fanger: é o fato da negação do efeito de aclimatização assumindo que este índice é válido para todas as pessoas, sem se importar com a localização geográfica e o tipo de clima ou edifício (AMBRIZ, 2006).

2.3.2 Modelo Adaptativo

Em contraposição ao modelo racional ou analítico, outra corrente foi proposta sobre o conforto térmico, denominada de Modelo Adaptativo. Este se apóia no fato de que pessoas de diferentes regiões climáticas do planeta tendem a reagir ou a adaptar-se de diversas maneiras para restaurar o seu estado de conforto térmico, de acordo com suas expectativas e sua percepção do meio circundante (AMBRIZ, 2006).

Os modelos adaptativos incluem, de certa maneira, as variações do clima exterior, para determinar as preferências térmicas do interior. Segundo Chávez del Valle (2002), o diferencial desta corrente é fato de estar apoiada em investigações de campo, usando pessoas reais e realizando atividades reais em ambientes interiores reais, onde as mesmas produziram observações indicadoras de que as preferências térmicas das pessoas têm, também, um componente geográfico.

Roriz (2003) aponta os primeiros representantes desta corrente, na década de 70:

Carl T. Mahoney: no início da década de 70, já aplicava um conceito adaptativo da zona de conforto em suas planilhas de análise bioclimática, as quais consideravam limites desejáveis de temperatura diferentes para o dia e a noite. O fato das planilhas adotarem os limites noturnos menores que os diurnos, as converteriam num método até mais adaptativo que outros apresentados atualmente.

Michael A. Humphreys: no final da década de 70, baseando-se em aproximadamente sessenta e seis estudos de campo, observou que existe uma forte dependência entre a temperatura preferida nos interiores das edificações e as médias mensais das temperaturas exteriores.

Posteriormente, no período dos anos 1995 a 1997, a própria ASHRAE encomenda uma pesquisa sobre o desenvolvimento de um modelo adaptativo de conforto térmico, tendo como chefe da equipe Richard de Dear e como colaborador Gail Brager.

Este estudo conduz à conceptualização do modelo adaptativo e reconhece que além de todos os recursos automáticos de termo-regulação que possui o corpo humano para manter o equilíbrio térmico com o meio ambiente, existe um conjunto de respostas adaptativas que permitem aos usuários de uma edificação adaptar-se aos climas internos e externos por meio de ajustes de comportamento (roupa, janelas, ventiladores, etc...), das adaptações fisiológicas (aclimatação) e dos ajustes psicológicos (expectativas) (De DEAR, 1997, 1998).

É a partir deste estudo que a ASHRAE (2004) inclui um método opcional para a determinação das condições térmicas aceitáveis em espaços acondicionados naturalmente e admiti como válidos os processos de aclimatação que não tinham sido considerados em anteriores publicações.

Para Ambriz (2006), a determinação do conforto térmico é imprescindível nos espaços construídos, já que se estima que 90% do tempo em média, as pessoas realizam as suas atividades dentro de uma edificação, por isso a busca de uma concepção "ótima" por padrões desejáveis de uma zona de conforto térmico.

2.3.3 Zona de Conforto Térmico

À medida que o corpo do homem realiza a menor quantidade de regulações térmicas para adaptar-se a um meio específico, estaremos próximos de uma zona de condições ambientais ideais.

Sobre o tema, Olgyay (1963, 2002) menciona que o homem escolhe intuitivamente as áreas delimitadas pelo frio que possa tolerar, sem sentir-se muito incômodo e o ponto que lhe permita adaptar-se ao calor, de modo que seus sistemas circulatórios e de secreção não realizem um esforço excessivo.

Givoni (1981) aponta que a zona de conforto, é definida como os limites das condições climáticas onde a maior porcentagem das pessoas manifeste sentir-se bem termicamente, o significa dizer, não ter frio e nem calor.

Finalmente, podemos indicar que existem vários estudos realizados com o objetivo de determinar os parâmetros que representem os limites ideais das condições ambientais, e assim demarcar zonas de conforto, onde o indivíduo experimente uma sensação térmica confortável. Ver a tabela 5:

Tabela 5 Zonas de conforto térmico humano

Autores	Limite de temperatura	Limite de umidade	Observações
B. Givoni	21°C a 26°C	5-17 mm Hg	Conforto ótimo limite máximo permitido
V. Olgyay	23,9°C a 29,5°C	20% a 75%	Trópicos
ASHRAE	22,2°C a 26,6°C 21,6°C a 25°C	4 mm Hg 14 mm Hg	Conforto ótimo
Yaglou-Drinker	18,8°C a 23,8°C	30% a 70%	USA verão (temperatura efetiva)
Koenigsberger e outros	22°C a 27°C	30% a 70%	Trópicos (Temperatura efetiva)
C.E. Brooks	23,3°C a 29,4°C	30% a 70%	Trópicos
González, E.	22°C 29°C 26°C	27% a 75% 20% a 40% 20% - 17 mm Hg	Limite inferior Limite superior Limite máximo, pressão de vapor

Fonte: González et al, 1986, p. 68

2.4 Métodos Bioclimáticos para o Projeto Arquitetônico

Estes métodos permitem estabelecer uma quantificação e uma qualificação das condições de conforto no interior da edificação do ponto de vista humano, o que nos permite identificar respostas do tipo construtivas que atuam como conciliadoras entre as condições ambientais externas e as internas. Com a finalidade de facilitar esta análise para as distintas localizações ao redor do mundo, desenvolveram-se diversas metodologias. Aqui, faremos uma revisão de alguns métodos estudados por diferentes pesquisadores:

2.4.1 Carta Bioclimática do Olgyay

No início da década de 60, Olgyay (1963, 2002) apresentou sua Carta Bioclimática, que integra graficamente as variáveis que afetam ao conforto térmico e os mecanismos corretivos necessários para restabelecer as condições de conforto, apresentada abaixo na figura 1. Os elementos considerados como corretores para devolver a sensação de conforto são: a radiação, a evaporação e o movimento do ar.

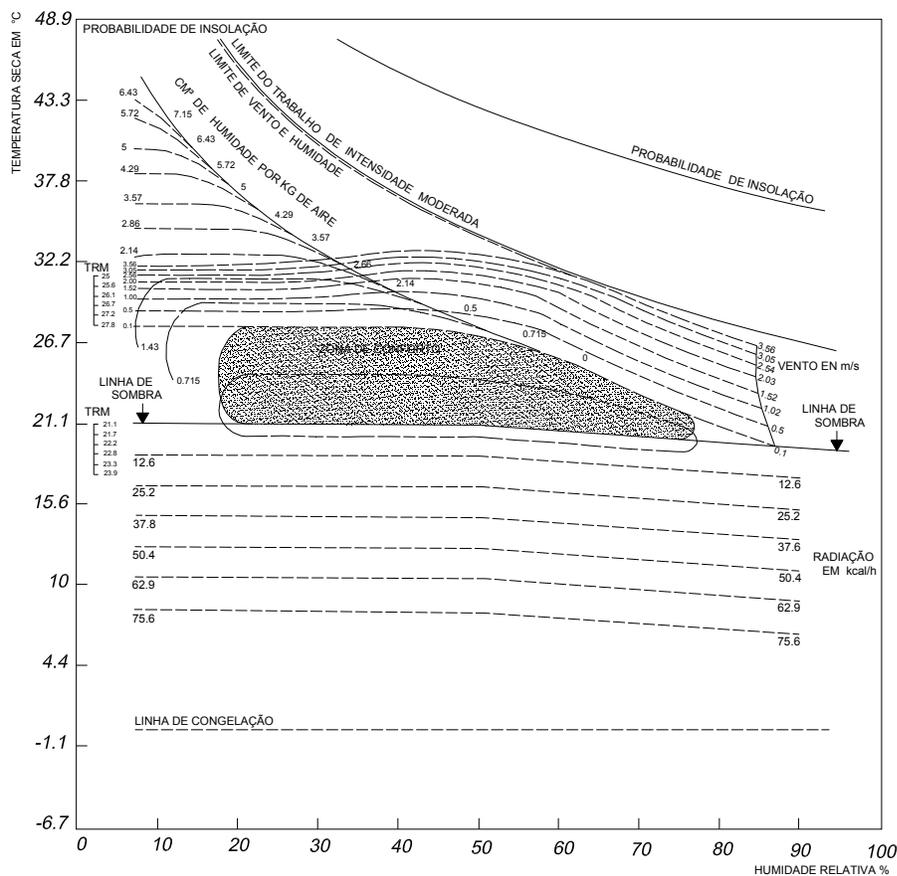


Fig. 1 Carta Bioclimática de Olgyay

Fonte: Olgyay, 1963, 2002 p. 22

Alguns autores como Izard e Givoni, referem-se à aplicabilidade da Carta Bioclimática do Olgyay, ora discordando em alguns pontos ora encontrando coincidências em outros:

Izard (1983) critica a carta do Olgyay, considerando que a umidade relativa não é um critério pertinente para a avaliação do conforto, com a sugestão de utilizar a umidade absoluta como um melhor parâmetro de estudo. Izard aponta que a necessidade de deter a radiação depende também, da inércia térmica da edificação e as variações de temperatura exteriores, e que não pode somente reduzir-se a uma simples linha apoiada em uma única temperatura. Finalmente, o autor esclarece que as correções utilizadas por este método apenas anotam as estratégias (ventilação, umedecimento), sem expor as soluções em termos de concepção arquitetônica. Por isso, considerou que este método carece de meios próprios para poder determinar por si mesmo, os limites da zona de conforto.

Givoni (1992) recomenda que este método possa ser utilizado estritamente para os espaços exteriores, já que não considera a envolvente da edificação como moderador das condições exteriores. No entanto, é possível ser utilizada com êxito para analisar edificações de massa leve em regiões úmidas.

2.4.2 Método de Mahoney

Em 1970, publicaram-se as Planilhas de Análise Bioclimática, sob a coordenação de Carl Mahoney, do Departamento de Estudos Tropicais da Associação de arquitetos de Londres. Segundo Mascaró (1983), Gregório e Basso (2005) este método tem como vantagem uma fácil aplicação, já que se trata de quadros simples destinados a registrar e a analisar a informação climática, para posteriormente associá-la às características que devem ter as edificações em função das condicionantes naturais. Esquema das planilhas na figura abaixo

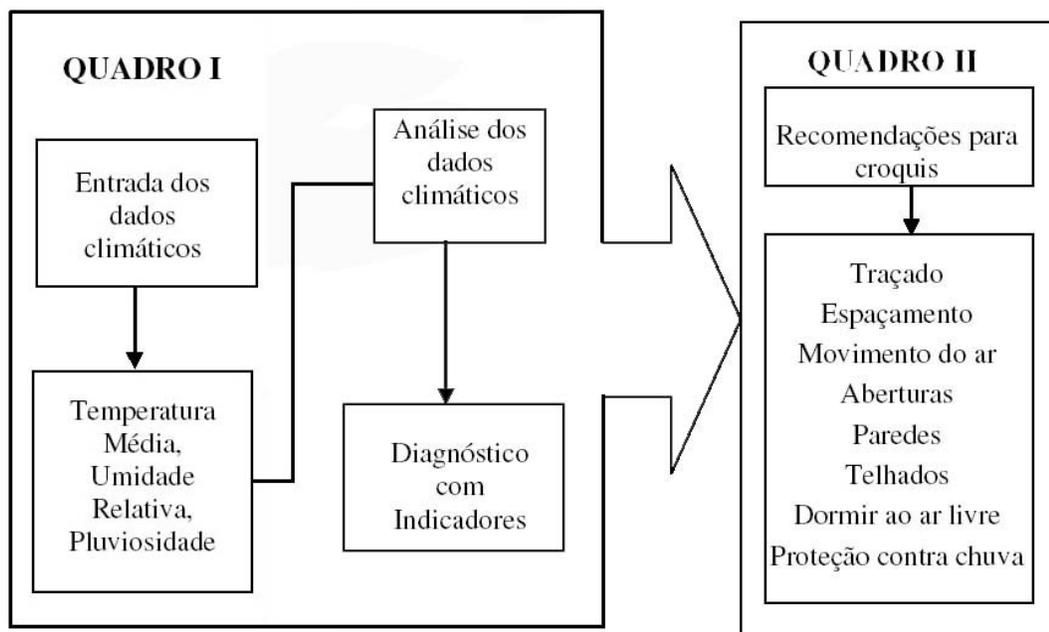


Fig. 2 Representação esquemática dos Quadros de Mahoney

Fonte: Roriz, 2001

Segundo Roriz (2003), é um método simplificado de análise bioclimática que segue uma corrente adaptativa e mostra que os limites desejáveis de temperatura são distintos para o dia e a noite. E, além disso, depende das médias mensais de umidade relativa conjuntamente com a temperatura média anual exterior.

Embora seja um método simples, tem grande valia pelo fato de não somente qualificar, mas também de quantificar as propriedades térmicas mínimas dos materiais arquiteturais a serem propostos, a fim de recuperar as condições de conforto nas edificações.

2.4.3 Carta Bioclimática de Edificações de Givoni

Com base nos avanços de Olgyay (1963, 2002), Givoni (1969,1981) apresenta uma outra Carta Bioclimática que considera alguns novos parâmetros em relação ao anterior. Segundo o autor, o Índice de Stress Térmico apóia-se nas temperaturas internas do edifício e afirma que se pode determinar o ponto de conforto, a partir dos mecanismos de intercâmbio de calor entre o corpo e o meio ambiente. A equação do Índice de Stress Térmico é a seguinte:

$$S = [(M - W) + C + R] * (1/re) \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

- S = Grau de sudação requerido, em equivalente.
- M = Metabolismo.
- W = Energia metabólica transformada em trabalho mecânico.
- C = Intercâmbio de calor por convecção.
- R = Intercâmbio de calor por radiação.
- re = Rendimento Evaporativo de sudação.

Esta proposta metodológica para a análise bioclimática do conforto térmico foi mais aceita, já que esta utiliza uma carta psicrométrica e, também, toma o parâmetro da umidade absoluta como fator de análise.

No entanto, segundo Izard (1983), o avanço maior deste método deve-se a ampliação da zona de conforto por meio de zonas de condições suportáveis, para pessoas aclimatadas com uma atividade sedentária e vestidas com roupa leve de verão. Estas zonas complementares indicam a adoção de estratégias bioclimáticas arquitetônicas, com as quais é possível amenizar as condições climáticas externas.

Esta primeira proposta tem também a sua aplicabilidade limitada, pelo fato de ser questionável a sua universalidade, e porque outros parâmetros podem estar imersos na determinação de uma zona de conforto, dentre eles: os fatores culturais ou o de aclimação.

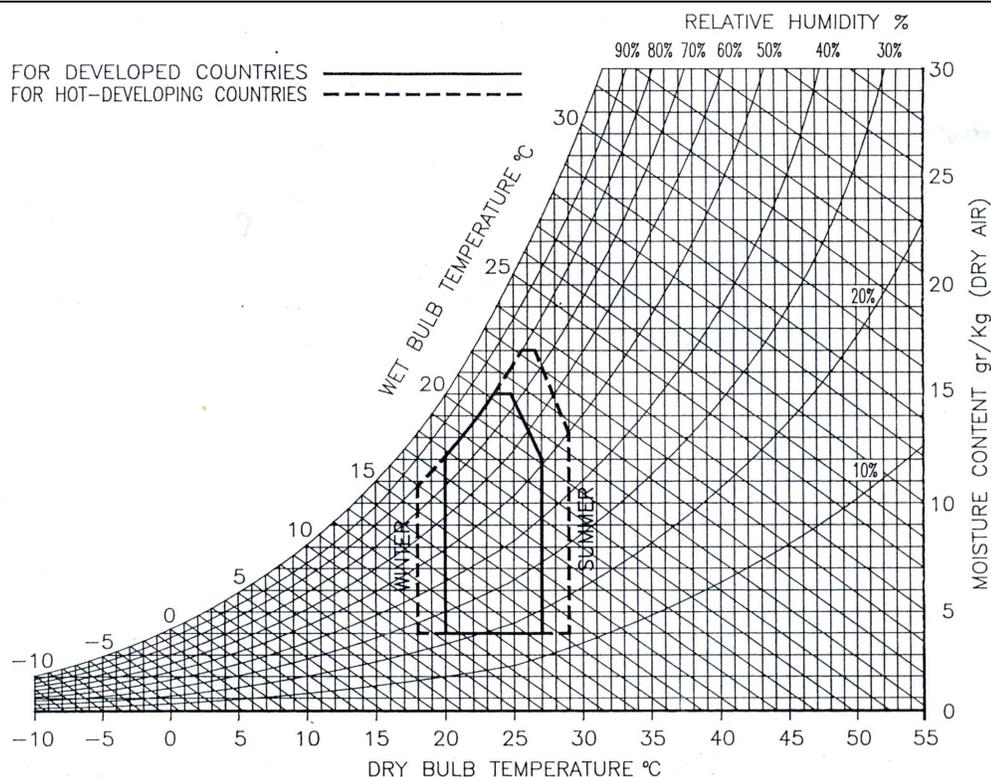


Fig. 3 Carta Bioclimática de Givoni

Fonte: Givoni, 1998 p. 38

Diversas investigações já apontavam que em países em processo de desenvolvimento, situados em regiões quentes úmidas, as pessoas originárias do lugar apresentavam maiores graus de aclimatização com referência aos valores universais até a época estabelecidos como limites de conforto térmico. No entanto, uns dos autores que reformulou a universalidade da zona de conforto e aceitou a aclimatização foi Givoni (1992).

A partir de estudos realizados na cidade de Colima no México, por meio de uma análise bioclimática, utilizando a zona de conforto da ASHRAE (1989), foi determinado que nessa região, precisava-se de ar condicionado durante todo o dia para a obtenção de conforto térmico, indicando uma contradição com as respostas dos habitantes que

afirmaram sentirem-se confortáveis em valores de temperatura e umidade, inclusive com a sensação de frio, durante as primeiras horas do dia e da noite.

Neste intento, Givoni (1992) apresenta uma diferenciação nos limites da zona de conforto, propondo duas cartas bioclimáticas: uma para países desenvolvidos e outra para países em processo de desenvolvimento; esta última apresenta uma ampliação da zona de conforto em 2°C, tanto no limite inferior quanto no superior; assim como, o conteúdo de vapor apresenta um acréscimo de 2 gr/kg no limite superior. Para considerar esta proposta, o autor baseou-se no processo de aclimação resultante de morar numa edificação sem sistema de ar condicionado e numa região de clima quente.

2.5 Zoneamento Bioclimático e Arquitetura

A quantidade de exemplos de classificação climática é vasta. Estes estudos foram desenvolvidos por diversos estudiosos das diferentes áreas como biólogos, geógrafos, e outros pesquisadores que procuraram caracterizar climaticamente o globo de acordo com seus campos de estudo. A seguir, na figura 4, um exemplo deste tipo de classificação:

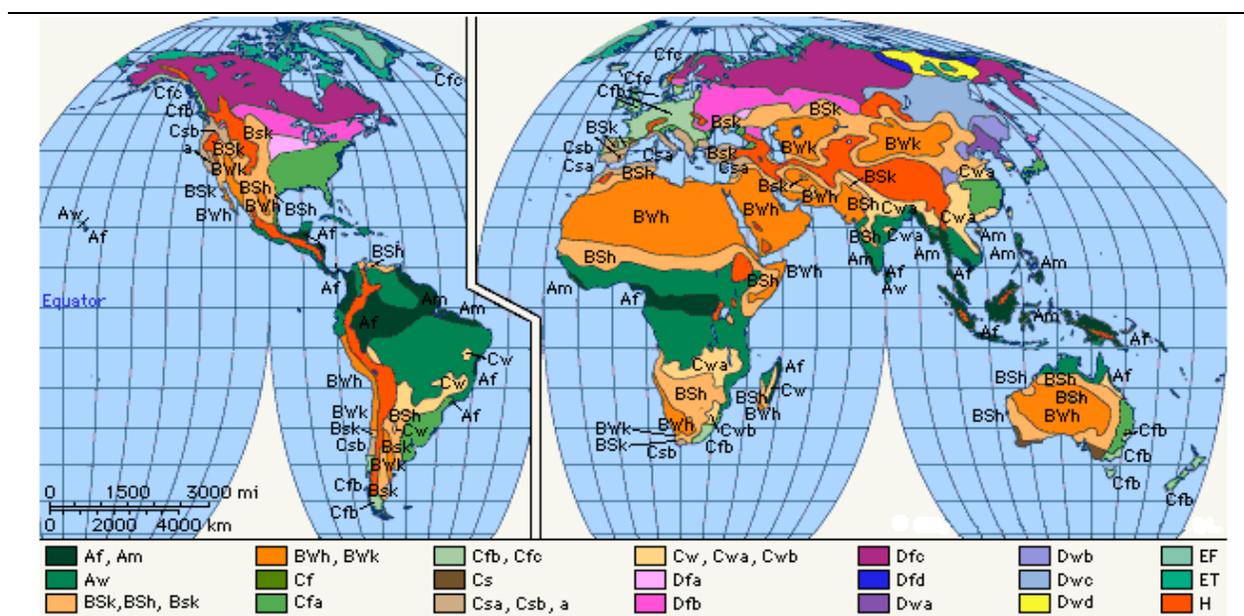


Fig. 4 Classificação climática segundo Köppen

Fonte: <http://www.atmosfera.cl>

Dentro das classificações climáticas mais utilizadas estão as desenvolvidas por Köppen e Thornthwaite que relacionam zonas fitográficas ou climáticas. Estas classificações consideram, em grande parte, a quantidade e a distribuição da pluviosidade.

Embora utilizadas amplamente, estas classificações podem não ser as mais adequadas para fins de apoio ao projeto bioclimático de edificações, já que as variáveis utilizadas não têm o mesmo peso para caracterizá-las *bioclimaticamente*, em função do clima e do conforto humano no ambiente construído.

Do ponto de vista construtivo, estas classificações climáticas adquirem outra concepção, tomando como referência o objetivo principal dos construtores que se resume na busca das condições “ótimas” de conforto dentro das edificações.

Jean Dollfus, 1954 (apud Oliver, 1998) concluiu que as tipologias construtivas encontram-se mais definidas pelo clima do que pelas fronteiras territoriais e explicou que em diferentes regiões do planeta, culturas distintas e distanciadas por milhares de quilômetros e sem nenhuma relação entre si, encontraram soluções construtivas similares.

O autor também afirma que a concepção formal da moradia nativa nasce da sua relação com o entorno. As tipologias de coberturas vernáculas, por exemplo, respondem às zonas climáticas onde elas estão localizadas. E, desta mesma forma, reconhece que:

- as coberturas *planas* e as *abóbadas* pertencem às zonas quentes secas, onde a presença da chuva é limitada ou não existe.
- as *poucas inclinadas* são identificadas com os climas temperados, de verões muito secos.
- as *muito inclinadas* são comuns em territórios mais quentes úmidos ou frios, onde a necessidade de esvaziar as águas de chuva ou neve requer a maior inclinação nas coberturas. Na figura 5, a classificação de Dollfus a partir da identificação das zonas térmicas e de precipitação:

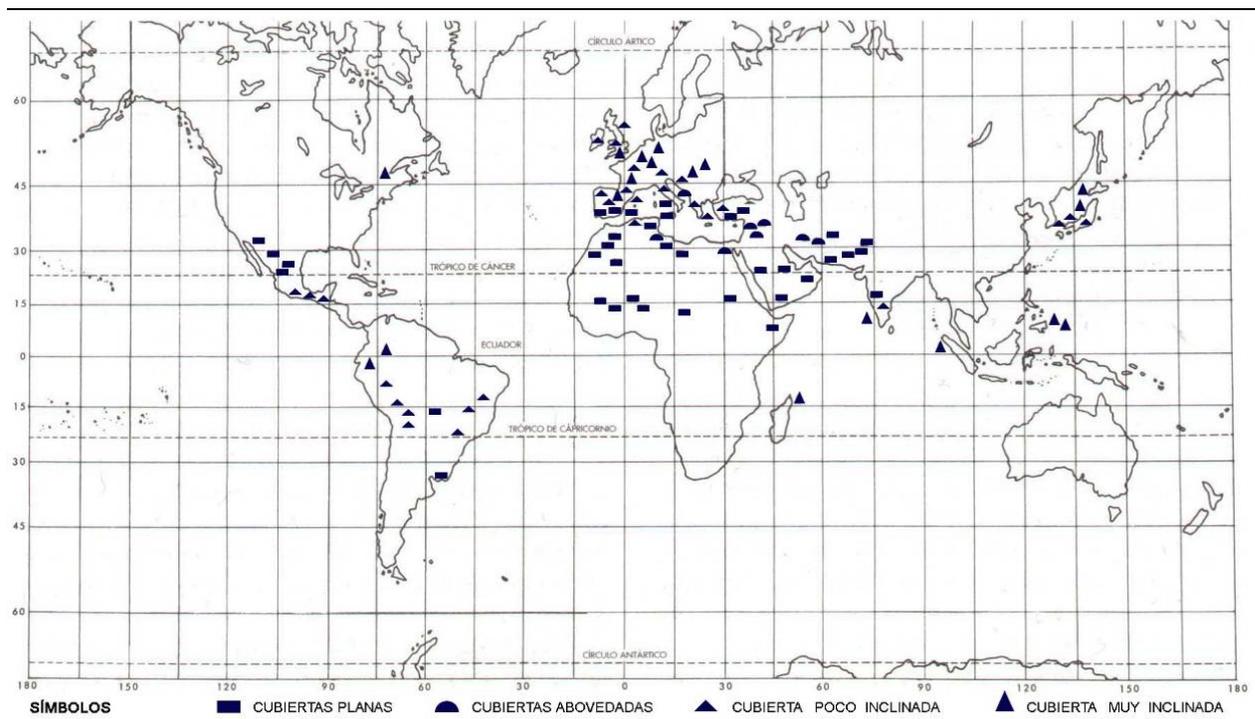


Fig. 5 Classificação das coberturas vernáculas segundo a zona climática

Fonte: Adaptado de Dollfus (apud Olgay 1963, 2002 p. 6)

O interesse de classificar os climas, especialmente em relação ao planejamento das edificações foi apresentado em múltiplas oportunidades, ao mencionar que isto poderia oferecer uma solução satisfatória ao problema de projetar com o clima.

Assim, González (1986) afirma que o estudo detalhado das condições climáticas, próprias de um lugar é de vital importância para compreender como deveria ser a resposta arquitetônica nesse sítio específico.

O zoneamento bioclimático do ponto de vista da arquitetura e do conforto, segundo Evans (2004), permite identificar áreas geográficas com condições climáticas similares, onde o projeto arquitetônico mediante a aplicação de estratégias de acondicionamento natural pode promover o conforto térmico, reduzir a demanda de energia para calefação ou refrigeração e evitar ou reduzir impactos prejudiciais.

Com base nestes princípios, dentre os diversos países que estabeleceram o zoneamento bioclimático de seus respectivos territórios, resumiremos os objetivos, a

metodologia e os critérios ou estratégias propostas dentro do processo de classificação climática, apenas do Brasil, Argentina, Chile, México, Austrália e China.

2.5.1 Exemplos do Zoneamento Bioclimático

2.5.1.1 No Brasil

Este país estabeleceu recentemente um zoneamento bioclimático e adquiriu o caráter de norma vigente a partir de maio de 2005 (ABNT NBR 15220, 2005).

Objetivo: constituir um conjunto de recomendações e estratégias construtivas, para a adequação climática de habitações unifamiliares de interesse social.

Metodologia: no processo de classificação bioclimática foi proposta a divisão do território em oito zonas relativamente homogêneas, com referência ao clima de 330 cidades. Para esta classificação, considerou-se evitar um número excessivo de zonas (ver figura 6). A ferramenta utilizada para a análise bioclimática de cada uma destas regiões foi uma carta bioclimática elaborada e adaptada com base na proposta de Givoni (1992) para países em desenvolvimento.

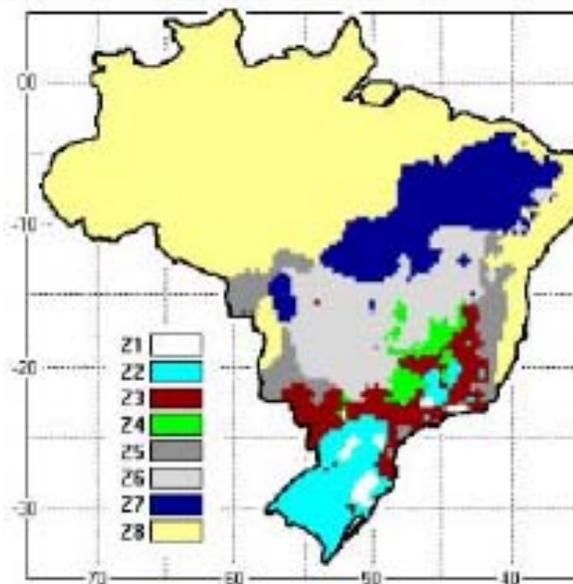


Fig. 6 Zoneamento Bioclimático do Brasil

Fonte: Adaptado da ABNT, 2005

Da comparação dos dados climáticos com a carta já adaptada, projetam-se nove possíveis estratégias de condicionamento térmico passivo. A metodologia foi desenvolvida utilizando base de dados e software para a análise.

Crítérios: para a formulação de diretrizes e do estabelecimento de estratégias de condicionamento térmico foi considerado quatro parâmetros:

- 1) o tamanho das aberturas para ventilação;
- 2) a proteção das aberturas;
- 3) as vedações externas;
- 4) as estratégias de condicionamento térmico passivo.

2.5.1.2 Na Argentina

Este país desenvolveu um zoneamento bioambiental que entrou em vigência em 1981, sob a denominação de *Clasificación Bioambiental de la República Argentina* Norma IRAM 11.603. Evans (2004) aponta que esta foi ajustada posteriormente nos anos 1996 e 2001 sem mudanças essenciais no conteúdo, mas com:

- a atualização e ampliação da base de dados climatológicos;
- a ampliação de recomendações relacionadas com as horas de insolação;
- a introdução de um método para avaliar o efeito da altitude sobre o nível do mar no zoneamento.

Objetivo: propor um zoneamento bioambiental, para uma melhor qualidade de vida nas habitações de interesse social.

Metodologia: esta Norma utiliza três parâmetros para delimitar as seis zonas e as dez sub-zonas:

- 1) graus horas dia, como indicador da demanda de calefação no inverno;
- 2) temperatura efetiva, como indicador de conforto no verão;
- 3) amplitude térmica, como indicador da necessidade de incorporar inércia térmica.

Recomendações: a classificação serve para duas situações de aplicação

- 1) recomendações gerais de projeto arquitetônico, tais como, a cor, a orientação, o isolamento em coberturas e paredes, a proteção solar, a inércia térmica e a ventilação;
- 2) estabelecimento dos requerimentos específicos de transmitância térmica para as coberturas e as paredes.

Observações: as exigências são de caráter indicativo e não, obrigatórias. No entanto, quando se trata de moradias de interesse social e com o financiamento do governo central, o rigor da norma é aplicado obrigatoriamente no requerimento de isolamento térmico.

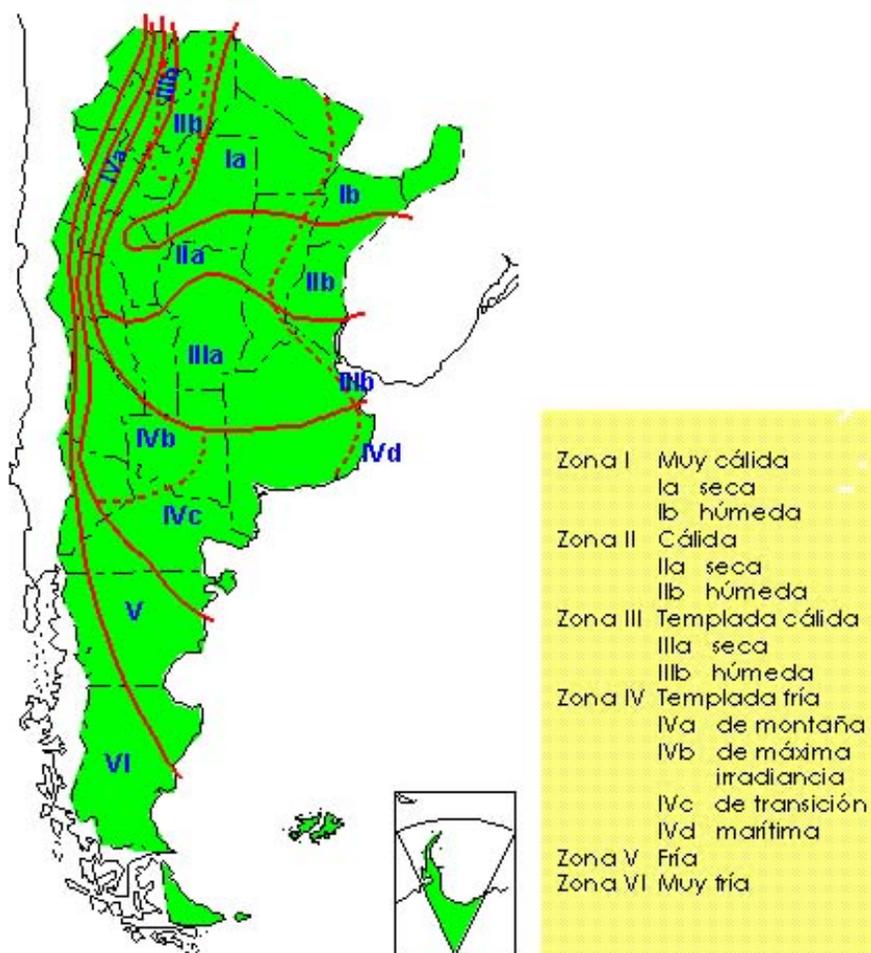


Fig. 7 Zoneamento bioclimático da Argentina (IRAM 11.603)

Fonte: Czajkowski, 1994

2.5.1.3 No Chile

O zoneamento climático habitacional chileno foi aprovado e declarado oficialmente como Norma Chilena / Nch.1079 em outubro de 1977, sob o título de *Arquitectura y Construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico* que o converte num dos primeiros países Latino-Americanos em desenvolver uma classificação do ponto de vista construtivo.

Objetivo: estabelecer no território chileno um zoneamento climático habitacional que facilite um projeto arquitetônico adequado, a fim de melhorar a qualidade de habitabilidade nas moradias de interesse social.

Metodologia: nesta classificação, o território chileno divide-se em nove regiões ilustradas na figura 8. Para determinar o zoneamento, adota-se o método Graus Dia de Aquecimento.

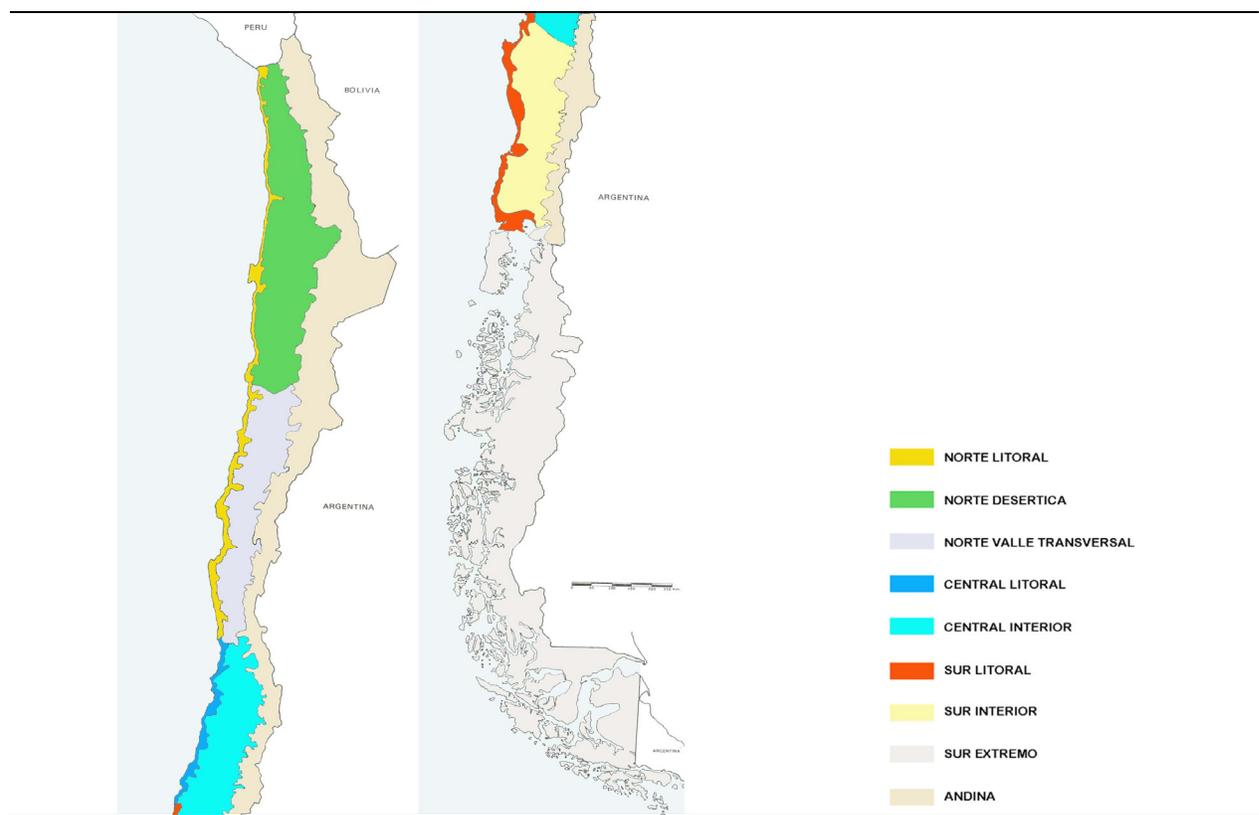


Fig. 8 Regionalização Bioclimática do Chile

Fonte: Adaptado da Norma Chilena 1079 (NCh.1079), 1977, p. 5

Recomendações: em função desta divisão climática foram propostas recomendações construtivas, umas de carácter *normativo* e outras de carácter *informativo* para cada uma das zonas:

As normativas

- 1) de transmitância térmica máxima para as paredes e as coberturas (indicadas na tabela 6);
- 2) de inclinação mínima das coberturas.

As informativas

- 1) de protecção da umidade do ar;
- 2) de protecção da umidade do solo;
- 3) de protecção de soluções salinas;
- 4) de protecção da radiação solar e orientação;
- 5) de aquecimento artificial.

Tabela 6 Transmitância térmica das paredes e das coberturas

Zonas Climático Habitacionales	Transmitancia Térmica de la Envolvente, Valores Máximos W/m ² .k	
	Elementos Perimetales	Techumbre
1 Norte Litoral (NL)	2.6	0.8
2 Norte Desértica (ND)	2.1	0.8
3 Norte Valle Transversal (NVT)	2.1	0.8
4 Central Litoral (CL)	2.0	0.9
5 Central Interior (CI)	1.9	0.9
6 Sur Litoral SL	1.8	1.0
7 Sur Interior (SI)	1.7	0.9
8 Sur Extremo (SE)	1.6	0.7
9 Andina (AN)	1.6	0.7

Fonte: Norma Chilena 1079 (NCh.1079), 1977, p.12

No ano de 1999, o Ministerio de Vivenda y Urbanismo / MINVU, em sua *Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones* (MINVU, 1999) reajustou o zoneamento bioambiental no Chile, para aplicar os valores referenciais obrigatórios não

somente de transmitância, mas também, de resistência térmica das coberturas de edifícios residenciais, conforme a seguinte tabela:

Tabela 7 Características térmicas das coberturas

Zonas		Valores referidos al complejo de techumbre	
		(*) Transmitancia Térmica "U" W/m ² .k	(**) Resistencia Térmica Total "R" m ² .k/W
1	Norte Marítimo	0.84	1.19
2	Norte Interior	0.60	1.66
3	Centro Marítimo	0.47	2.13
4	Centro Valle Central	0.38	2.60
5	Sur Marítimo	0.33	3.07
6	Sur	0.28	3.54
7	Extremo Sur	0.25	4.01

(*) (**) Según la norma térmica NCh 849: K = Diferencia de temperatura entre el interior y el exterior
W = Flujo térmico

Fonte: Ministerio de Vivenda y Urbanismo / MINVU, 1999, p. 7

Observações: para este novo regulamento de 1999, identificaram sete zonas de controle térmico usando também, o método *Graus día de aquecimento*, para obedecer ao cumprimento normativo do isolamento térmico das coberturas.

2.5.1.4 No México

O zoneamento climático da República do México, que se refere ao conforto térmico das edificações, apresenta uma distribuição de zonas de calor, de conforto e de frio, de acordo com os meses. O que permite estabelecer estratégias bioclimáticas de climatização (MORILLÓN, 2002a, 2003).

Objetivo: visar uma arquitetura de máxima eficiência energética.

Metodologia: os dados procedem de 700 estações meteorológicas, os quais foram utilizados para definir as condições de sensação térmica mediante a utilização de ferramentas como os diagramas de Olgyay (1963) e de Givoni (1992).

Para a produção dos mapas bioclimáticos (ver figura 9), utilizou-se o software ArcInfo y SINGER (*Sistema de Información para las Energías Renovables*).

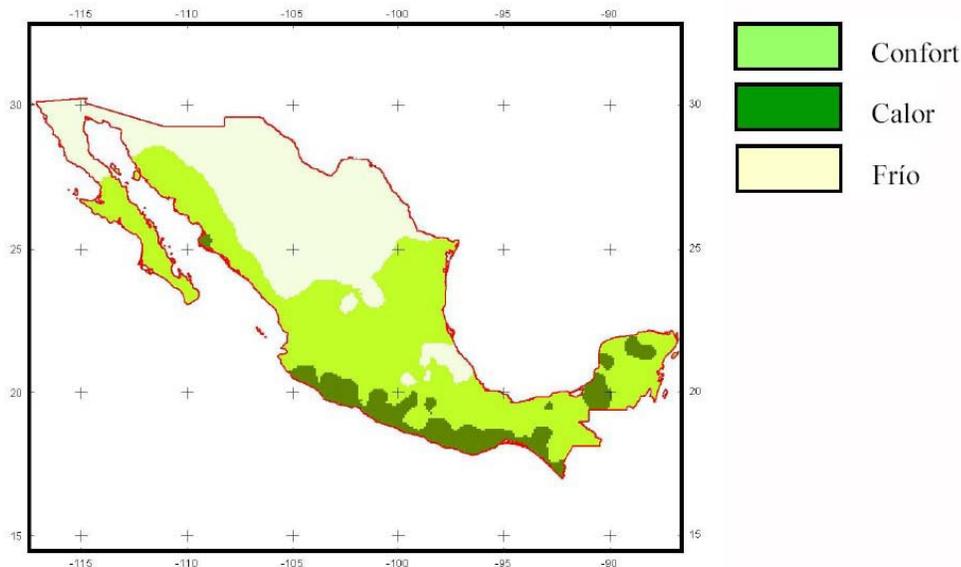


Fig. 9 Bioclima promedio do mês de janeiro

Fonte: Adaptado de Morillón, 2002a, p. 59

Observações: em resposta ao interesse de estabelecer o conforto dos ocupantes das edificações, com um mínimo de consumo de energia, este país aprovou em abril de 2001 a Norma *Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales* (NOM-008-ENER-2001). A Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) atualmente trabalha no Projeto da Norma NOM-020-ENER (CONAE, 1999) de prédios residenciais e aponta as limitações de ganho de calor por meio da sua envolvente. Esta Norma abrange edificações habitacionais novas e reformas de prédios.

Ambas as Normas, apresentam simplicidade de implementação. São indicados valores pré-determinados para os diferentes componentes da envolvente:

- 1) isolamento térmico médio, especificado em tabelas com condições simplificadas e com limite de superfícies envidraçadas;
- 2) estimativa do balanço energético da envolvente, que deverá apresentar um resultado menor que o valor de referência calculado por meio do *edificio de referência*¹

¹ É um edifício que apresenta a mesma orientação, a mesma condição de colindância e as mesmas dimensões na planta e na elevação do edifício projetado, com o objetivo de pressupor o consumo energético máximo deste edifício.

2.5.1.5 Na Austrália

O documento *Estudo sobre a Factibilidade - uma abordagem nacional de meios para a eficiência energética de moradias*, publicado pela Australian Greenhouse Office (2000), apresenta uma primeira abordagem para uma classificação climática do território australiano.

Objetivo: identificar as possíveis estratégias passivas de conforto que permitam alcançar maior eficiência energética, para serem adotadas pelo Sistema Legislativo Nacional de Edificações e incluídas no Building Code of Australia (B.C.A.).

Para a classificação, é sugerida a adoção de seis regiões determinadas pelo Departamento de Meteorologia desse país que foi o resultado da caracterização climática em função das seguintes variáveis: a temperatura de bulbo seco e a umidade. Foram desconsideradas a velocidade do vento e a radiação, já que comprometia a homogeneidade das zonas com a aparição de muitas ilhas.

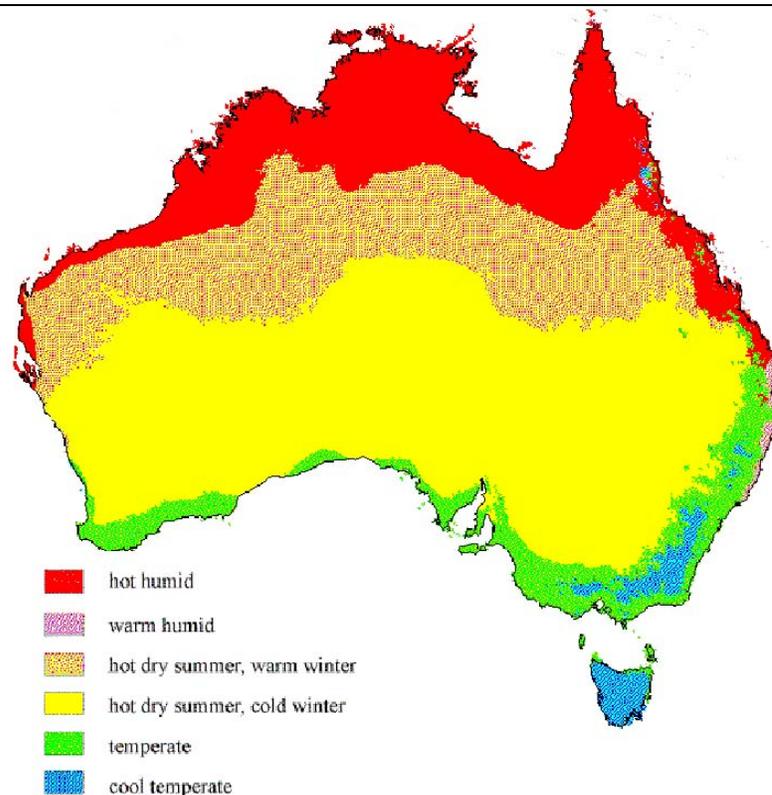


Fig. 10 Zoneamento bioclimático da Austrália

Fonte: Australian Greenhouse Office (2000)

Metodologia: como base metodológica para a elaboração do mapa, utilizou-se o software ANUDEM (Australian National University Digital Elevation Model), que considera a altura e as variáveis climáticas.

Crítérios: para cada uma das seis regiões, determinam-se requerimentos básicos que abordam nove critérios:

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 01) o isolamento de coberturas; | 06) a proteção de parede; |
| 02) as paredes; | 07) a ventilação; |
| 03) os pisos; | 08) a infiltração; |
| 04) a área total de vãos vidraçados; | 09) outros. |
| 05) a proteção de janelas; | |

2.5.1.6 Na China

Desde 1993, este país já possui um zoneamento climático destinado à arquitetura, na qual foram estabelecidas cinco zonas especificadas no *Standard of Climate Regionalization for Architecture* (LAM et al, 2005). Observe a figura 11:

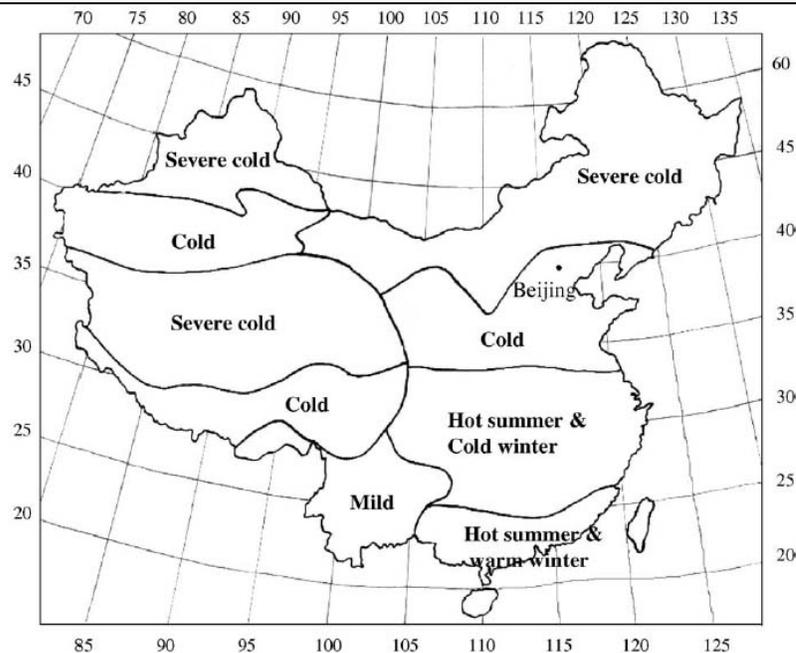


Fig. 11 Zoneamento climático da China

Fonte: Lam et al, 2005

Metodologia: são utilizados dois critérios para a classificação climática

- 1) um principal - que utiliza a média de temperatura tanto nos meses frios quanto nos meses quentes;
- 2) um complementar - baseado no número de dias nos quais as médias de temperatura são inferiores a 5°C ou superiores a 25 °C.

Tabela 8 Sumário dos critérios para uma classificação climática

Climatic type	Zoning criteria	
	Main criteria	Complementary criteria
Severe cold	ATCM ≤ 10 °C	NDAT5 ≥ 145 days
Cold	ATCM = 0-10 °C	NDAT5 = 90-145 days
Hot summer and cold winter	ATCM = 0-10 °C ATHM = 25-30 °C	NDAT5 = 0-90 days, NDAT25 = 40-110 days
Mild	ATCM = 0-13 °C ATHM = 18-25 °C	NDAT5 = 0-90 days
Hot summer and warm winter	ATCM P 10 °C ATHM = 25-29 °C	NDAT25 = 100-200 days

Remarks: ATCM = Average temperature in the coldest month; ATHM = Average temperature in the hottest month; NDAT5 = Number of days that average temperature is below 5 °C; NDAT25 = Number of days that average temperature is above 25 °C.

Fonte: Lam et al, 2005

Finalmente, podemos indicar alguns dos pontos de convergência dos diferentes zoneamentos climáticos, a partir dos exemplos acima:

- existe uma certa coerência ao observar que o número de zonas não deve ser muito grande, para não alcançar uma especificidade micro-climática, sendo, por isso, razoável a quantidade entre cinco e nove regiões que coincide com a média descrita nos exemplos anteriores.
- os objetivos também apontam uma concordância, na preocupação pela adequação climática das habitações, inicialmente as de interesse social, a fim de melhorar a qualidade de vida do seus ocupantes.
- as políticas energéticas de diferentes países apontam a importância da conservação de energia. No entanto, cada um deles avança dentro do seu próprio ritmo. Alguns já procuram o máximo de eficiência energética ao impor normativas de carácter obrigatório. Vale a pena ressaltar que, segundo Morillón (2002b), de fato as normativas não limitam a criatividade do

arquiteto, mas delinea e otimiza o projeto, do ponto de vista do comportamento térmico.

2.6 Clima e Arquitetura na Bolívia

Embora todo o território boliviano seja situado ao norte do Trópico de Capricórnio (ver figura 12), possui uma variedade de climas. E esta característica deve-se a temperatura ambiente que não é regulada somente pela latitude, mas também, pela altitude acima do nível do mar, o que indica que se a altura for maior, a temperatura diminui e se menor, esta aumenta.



Fig. 12 Localização da Bolívia

Fonte: Adaptado do Atlas Digital da Bolívia, Instituto Geográfico Militar / IGM, 2001

É a partir deste critério que alguns meteorologistas indicam que a temperatura do ar diminui com a altura, em aproximadamente 0.55 a 1 C° por cada 100 metros a mais de altitude. Desta forma, explica-se o fato de que no território boliviano existam cumes com neves eternas e frios polares ao oeste do território, e ao leste se estendem

grandes planícies com clima quente tropical, o que se deve às acentuadas diferenças de altura ao longo de uma mesma latitude.

A fisiografia descreve grandes planícies *altiplánicas* (altiplano) com alturas acima dos 4000 m, as mesmas estão rodeadas pelas cordilheiras oriental e ocidental. Em meio da cadeia montanhosa, em direção ao leste, encontram-se os vales com alturas que oscilam entre 2000 a 3000 m. Finalmente, ao oeste estão as grandes planícies orientais com alturas próximas ao nível do mar. É o que ilustra a figura 13:

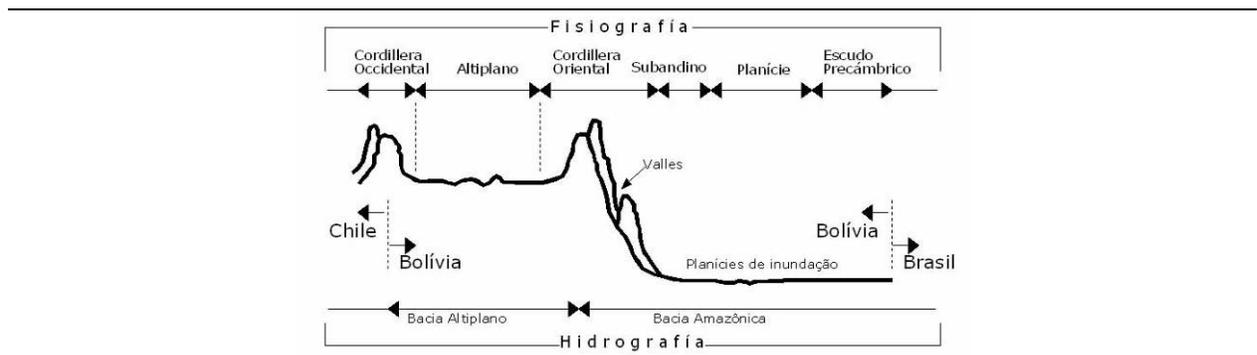


Fig. 13 Corte Esquemático da Fisiografia e da Hidrografia

Fonte: Adaptado do Correo del Sur, 2005a

O maciço andino, além de deter os ventos produzidos nos oceanos Pacífico e Atlântico, também os dispersa. De igual forma, a cordilheira oriental impede que os ventos úmidos provenientes da Amazônia o atravessem diretamente, o que os faz chegarem secos ao *altiplano*, condicionando a aridez do território.

A proximidade com a linha do Equador faz com que as oscilações de temperatura entre o inverno e o verão seja menor que 10°C na região das planícies orientais. Contudo, na zona andina ou *altiplánica* registram-se maiores oscilações ao redor de 20°C, embora esteja sobre a mesma latitude, as diferenças são marcadas. Porém, as temperaturas dessa região constituem-se como as mais baixas do país, podendo alcançar até os 25°C abaixo de zero e a temperatura máxima é de 17°C com uma média de 10°C. Por outra parte, a zona subandina ou dos vales apresenta um clima temperado, com temperaturas médias que oscilam entre 16°C e 20°C. Finalmente, na zona das planícies orientais, o clima é quente tropical, registrando uma temperatura média anual de 22 °C a 25 °C.

Por conta da altimetria descrita, o território boliviano possui uma classificação inata, dividindo-se em três grandes zonas climáticas: a região andina, os vales e a zona das planícies (ver figura 14). As características macro regionais desta divisão escondem a variedade de climas existentes dentro de cada uma destas, nas quais se subdivide em outras, com características diferentes e próprias, o que dependerá da finalidade da classificação.



Fig. 14 Classificação climática geral da Bolívia

Fonte: Adaptado de <http://www.agteca.com>

2.6.1 Arquitetura na Bolívia

É indubitável que em 3000 anos de história, a arquitetura boliviana passou por diversas mudanças e modificações. Podemos ressaltar três grandes momentos desta história que podem representar a essência das transformações e a respectiva valoração crítica dos fatos arquitetônicos na diversidade climática deste país, desde o seu início até os dias de hoje:

1) As Culturas Pré-Colombianas

Seus primeiros habitantes foram extremamente sensíveis a essa diversidade climática, porém a arquitetura vernacular boliviana oferece vasto e expressivo repertório de exemplos (ver figura 15) da capacidade de adaptação que esses povos demonstram em relação às especificidades da natureza que os rodeia. Bernabé Cobo (apud Bollinger, 1997, p. 267 e 268) cita que “... as casas são de diferentes formas e construídas segundo o clima e as possibilidades de cada região.” O povo Yunka, habitantes da bacia Amazônica, atenua o forte calor dessas terras “construindo casas

grandes e arejadas, com a madeira ali abundante”. Já os moradores das montanhas, evitam o desconforto das fortes oscilações da temperatura do ar, aproveitando a capacidade de amortecimento térmico da pedra e do barro. Na figura 15, os exemplos:



Povo Chipaya (*Altiplano*): a inércia térmica do adobe, amortecendo as oscilações do clima.

Povo Sirionó (Região amazônica): sombreamento e ventilação natural.

Puerta del Sol (Tiwanaku): previsão detalhada dos ângulos de incidência dos raios solares.

Fig. 15 Arquitetura Pré-Colombiana

2) O Período Colonial

Séculos depois, o processo de colonização começa a importar da Europa soluções arquitetônicas padronizadas. As primeiras etapas desse processo, ainda revelam alguns cuidados com a adequação regional das edificações. Embora, nota-se que adotavam um conceito extremamente amplo de regionalidade, englobando talvez, toda a faixa intertropical, pois o denominado Estilo Colonial estabeleceu praticamente o mesmo padrão construtivo em regiões climáticas completamente distintas, e em diversos dos países da América Latina. Observe a figura abaixo:



Potosí, Bolívia (Lat. 19,4°S, Atl. 4000m)

Salvador, Brasil (Lat. 12,9°S, Alt. 8m)

Fig. 16 Arquitetura no período Colonial

3) Arquitetura de Hoje

Durante os períodos que sucederam ao colonial, mesmo aqueles últimos resquícios de preocupação com a adequação ao meio vão gradativamente desaparecendo e cedendo um lugar de maior destaque à importação de padrões construtivos, sem qualquer critério.

As arquiteturas de nossas cidades, nas últimas décadas, revelam que a perda de personalidade persistiu até os dias de hoje, como mostra a figura 17:



Fig. 17 Multiplicação dos arquétipos repetitivos da "Arquitetura sem Pátria"

Referindo-se à tendência “Arquitetura sem Pátria”, Evans observa:

“Frente al fuerte impacto de la globalización, con modelos urbanos, imágenes arquitectónicas e innovaciones tecnológicas que propician hábitats de mayor dependencia energética, se requiere desarrollar enfoques que respondan la necesidad de identificar soluciones locales y apropiadas para contribuir a un hábitat construido mas sustentable” (*Zonificación Bioambiental en Latinoamerica para una arquitectura Sustentable*, 2004, p. 1)

O arquiteto Galdeano ao se referir à universalidade esmagadora aponta um possível caminho:

“La arquitectura latinoamericana debe buscar su identidad local, sin espíritu xenófobo, insertada fuertemente en el lugar y el las tradiciones propias de nuestros pueblos. Todo que hacer cultural parece oscilar, hoy en día, entre posiciones opuestas que pueden sintetizarse en la polaridad *Globalización versus Región*. [...] “El fenómeno de la globalización se transforma al mismo tiempo en una insidiosa destrucción de auténticas y tradicionales culturas.” [...] “La arquitectura debe volver a revisar la naturaleza del clima urbano. Y al explorar cómo puede el exterior contribuir al habitat urbano y a un mejor y más racional uso de la energía, debe implicarse el clima local como protagonista natural del diseño. La preocupación por el clima interior llega a negar el papel climático del espacio exterior.” (*Globalización versus región en la arquitectura Latinoamerica*, 2002 – disponível em <<http://arq.unne.edu.ar>>)

2.6.2 Arquitetura dos Povos Pré-Colombianos na Bolívia

Segundo Rivera (1997), grande parte do território boliviano encontra-se sobre o *altiplano* andino que tem aproximadamente 170.000 quilômetros quadrados, esta meseta elevada divide-se em três zonas geográficas bem diferenciadas:

(1) *altiplano* norte: é definido pela presença do lago Titicaca que com seus 8.300 quilômetros quadrados de espelho de água, é um dos maiores modificadores climáticos, além de apresentar um regime de chuvas superior às regiões central e sul.

(2) *altiplano* central: é uma zona de transição entre os dois extremos, tem o maior índice de aridez e um regime de chuvas com menores precipitações, se comparado à região norte.

(3) *altiplano* sul: se caracteriza pela presença dos grandes salares e apresenta os maiores índices de aridez. Essas três regiões, em diferentes graus, foram o cenário das civilizações andinas pré-colombianas milhares de anos antes de nossa era.

O fenômeno de inter-relação entre o homem e o meio ambiente esteve presente no desenvolvimento de todas as culturas do mundo, sendo o clima um dos fatores condicionantes mais importantes que sensibilizou a capacidade de adaptação que tem o homem. Muitos são os exemplos da diversidade climática que caracterizam as distintas regiões do mundo, às vezes difíceis, como menciona Valera (2000, p. 1) “os esquimós têm que habituar-se à larga noite invernal e suportar grandes frios; os regheibat, grandes nômades do oeste sahariano, suportam um ar muito seco e temperaturas superiores às do corpo; os aymara do *altiplano* peruano-boliviano, que vivem a mais de 3.800 m de altitude, têm que se adaptar a ela”.

É assim que estes homens andinos, antes do desenvolvimento de uma arquitetura como elemento moderador das condições energéticas não desejadas, já tinha idealizado múltiplas formas de adequar-se energeticamente ao seu meio, por isso os primeiros habitantes do território andino tiveram a sensibilidade de fazer frente às condições climáticas de seu hábitat, tal como cita Escalante (1997, p. 32 e 33):

“... as peles eram secadas ao sol e, posteriormente, podiam ser utilizadas para combater o duro clima das montanhas andinas [...] reunidos ao redor de fogueiras em seus refúgios temporários, dormiam amontoados para aproveitar o calor pelo contato, recuperando energias para as atividades do dia seguinte”. (*Arquitectura Prehispánica En Los Andes Bolivianos*, 1997).

Um milênio antes de nossa era com o descobrimento da agricultura e do gado, estes povos começaram a deixar as cavernas e os resguardos temporários para começar a construir as suas primeiras moradias rudimentares, dando assim início ao desenvolvimento da arquitetura, aproximadamente em 1.500 AC.

Nesta época, surgiram as culturas **Wankarani** e **Chiripa**, distinguindo-se a primeira por ser *altiplánica* e a última de caráter lacustre; por sua vez, **Tiwanaku** surgia

paralelamente, porém todas se localizavam sobre a grande meseta *altiplánica*. Observe a figura 18.

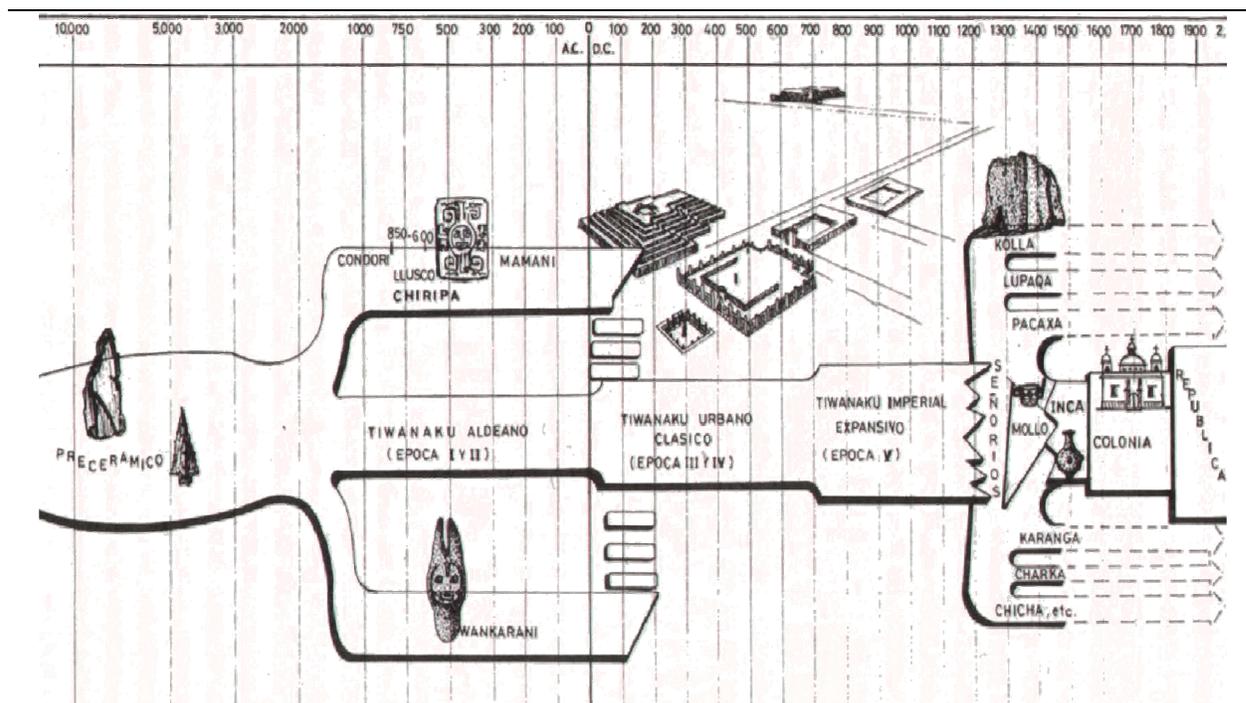


Fig. 18 Cronologia Cultural dos Andes Bolivianos

Fonte: Escalante, 1997, p. 24

O grau de desenvolvimento e de duração no tempo não é o mesmo para todas estas culturas, mas todas elas mostram sensibilidade e respeito pelo meio no qual se desenvolveram. O *altiplano* tem características climáticas de altura com baixas temperaturas e oscilações consideráveis entre o dia e a noite; a pluviosidade é escassa e reflete-se na pouca vegetação e fauna existente, ainda que estes sejam dotados pela natureza das adequações para suportar esse clima tão característico.

Não obstante, alguns autores sustentam que o clima do *altiplano* nem sempre foi assim, em épocas remotas tinha condições mais amenas, o que ajudou ao florescimento destas culturas, embora esta planície não tivesse a altura com que conta nos dias de hoje, acerca disso Posnanski (1945, p. 32) anota: “com um par de centenas de metros de nível inferior, o *altiplano* devia possuir por sua proximidade da linha do Equador (16°33’S), um clima com características paradisíacas, que sem dúvida o influenciou extraordinariamente, de modo vantajoso na evolução e no desenvolvimento

das grandes massas humanas”. O autor menciona também, que a atual altura do *altiplano* deve-se à paulatina elevação do continente sul-americano sobre a superfície dos oceanos, ficando suspensas grandes massas de água na região onde se acha nos dias de hoje, a grande meseta circundada pelas cordilheiras real e vulcânica. No passado, grandes quantidades de água marinha formavam imensos lagos que estavam aprisionados entre as cordilheiras, dos quais atualmente restaram os rastros deste fenômeno em toda a extensão do *altiplano*: os lagos Titicaca e Poopó e os salares de Uyuni e Coipasa.

Posnanski (1945, p. 31) finaliza comentando “mesmo que a meseta andina tivesse sempre à mesma altura que tem hoje, o simples fato de existir uma quantidade maior de água seria suficiente para que o clima do *altiplano* fosse bem mais favorável; e em conseqüência disto, as ilhas e a borda do lago teriam apresentado magníficas condições climatológicas”.

É assim que mediante os rastros deixados pelos povos que se desenvolveram no território boliviano ao longo de milhares de anos, nós podemos ter uma visão de como e em que medida, conseguiram adequar-se ao seu meio agreste - de maneira bioclimática - pelo que realizaremos uma descrição dos modos de vida destas grandes culturas: Wankarani, Chiripa, Tiwanaku, Inca e a Nor Lípes. E também, não poderíamos deixar de considerar a cultura e as tradições Chipaya que perduram intactas até os dias de hoje:

2.6.2.1 Cultura Wankarani

Cultura que se desenvolveu na zona sul do departamento de La Paz, aproximadamente a 17° de latitude e a 68° de longitude, onde as características climáticas são típicas do *altiplano*. Expandiu-se para o Sul chegando até o atual departamento do Oruro, tendo seus principais focos nas imediações dos lagos Poopó e do Coipasa.

No entanto, esta cultura também avançou ao leste em direção às regiões mais amenas, climaticamente falando. Na região dos vales, chegaram até o atual território cochabambino, nas proximidades da mesma cidade de Cochabamba. É provável que o

interesse que existiu por parte deste povo foi em razão de produtos agrícolas dos vales, visto que o milho e as frutas são subsistências características dessas regiões. Descrição geográfica, na figura 19:

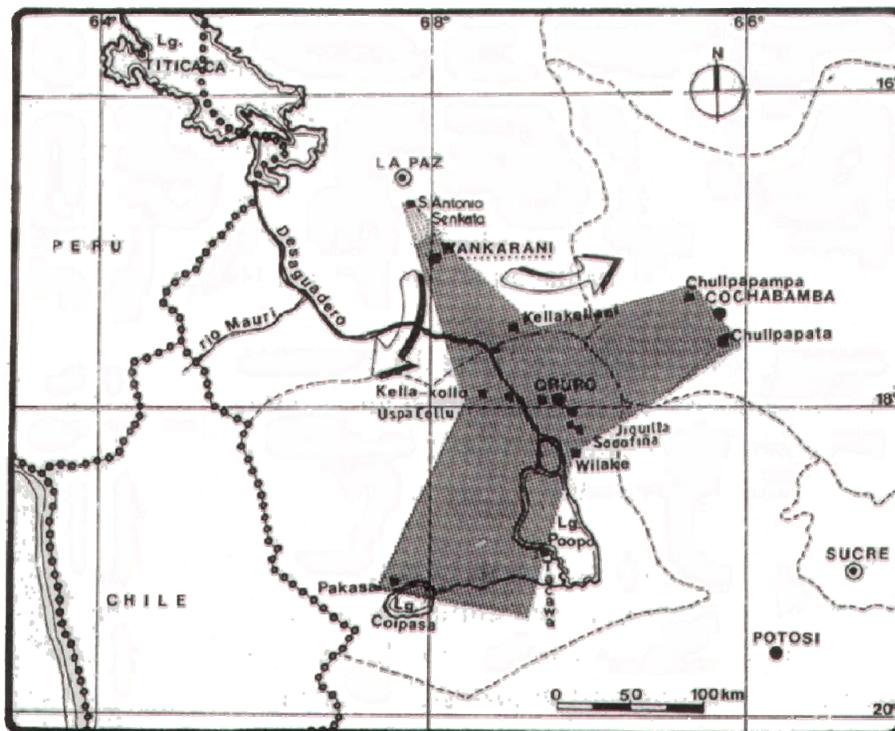


Fig. 19 Área de localização da cultura Wankarani

Fonte: Escalante, 1997, p. 47

A cultura Wankarani mostra edificações do tipo residencial simples, as mesmas tinham a forma circular como base. O processo é ilustrado na figura 20.

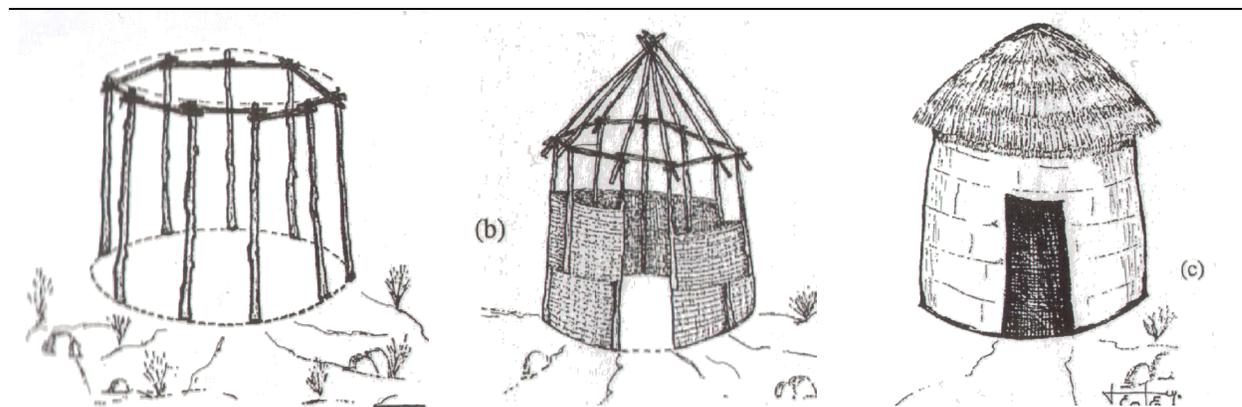


Fig. 20 Processo de construção da moradia Wankarani

Fonte: Escalante, 1997, p. 59

Nos primeiros tempos, cronologicamente falando, eram construídas da seguinte maneira: as paredes eram construídas cravando-se troncos no chão até formar uma circunferência de um raio de até 3.60m; posteriormente, era coberta por esteiras tecidas de diversos materiais, ora utilizavam a palha ora a *tatora*², para construir as paredes da moradia, deixando apenas uma abertura para o ingresso ao recinto; e por fim, era revestida com barro tanto na parte interna quanto na externa.

Segundo Escalante (1997), em épocas posteriores, houve uma evolução nas técnicas construtivas. Encontraram-se vestígios de fundações de pedra e de construção de paredes de adobes delgados de terra enriquecidos com *paja brava* ou *hichu*³.

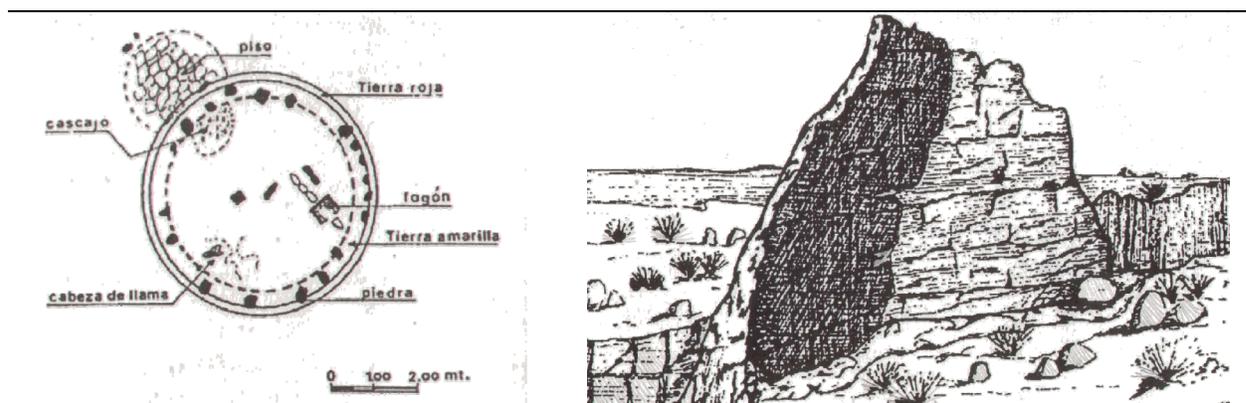


Fig. 21 Moradia de planta circular

Fonte: Escalante, 1997, p. 58 e 61

O caráter vegetal das coberturas não permitiu a sua conservação, restando somente os vestígios delas: cinzas mescladas com terra. Supõe-se que se tratava de troncos, de palha e de outros materiais vegetais disponíveis na região.

Segundo o autor, as coberturas das moradias teriam sido predominantemente cônicas pelo fato delas sempre apresentarem plantas circulares como mostra a figura 22:

² Tatora (*Scirpus californicus*). Planta herbácea aquática utilizada para a construção de balsas e esteiras.

³ Ichu (*Stipa Ichu*). Planta herbácea denominada também, como *Paja Brava* (um tipo de palha) utilizada na construção, para o enriquecimento dos adobes.



Fig. 22 Possíveis tipologias das moradias Wankarani

Fonte: Escalante, 1997, p.6 3

Dadas as condições climáticas desta região que apresenta grandes oscilações térmicas entre o dia e a noite, faz com que todas as residências possuam fogões como elementos imprescindíveis, e que se converteram na única fonte de calor artificial, tão necessária para combater as gélidas temperaturas da região durante as noites e durante o dia, é o meio tradicional de cozer os seus alimentos.

Uma característica, no âmbito urbano, desta cultura é a construção de montículos aplanados de terra – uma espécie de chapada artificial - que tinham uma altura de 5 a 25 metros em relação ao nível do chão, acima do qual eram construídas as moradias que podiam albergar uma população de 3.000 habitantes. Eram dois os critérios básicos para a localização destes montículos: (1) procurar um lugar próximo a uma fonte de água; (2) um lugar protegido dos ventos fortes.



Fig. 23 Montículos de Chuquiña e Pusno

Fonte: Pérez, 2005, p. 63 e 64

Inicialmente, muitos autores sugeriram que esta cultura conservara um modo de vida agropastoril, virtualmente estático, durante 2.000 anos que precederam ao contato do Tiwanaku e mantivera um modo de vida eminentemente doméstico, onde as unidades habitacionais de maneira independente proveram todas as necessidades espaciais destes habitantes.

Em pesquisas mais recentes, Pérez (2005) demonstra que existiu uma especialização de alguns ofícios, como por exemplo, a fabricação de cerâmica. Esta afirmação está apoiada no descobrimento de um habitáculo que contém todos os instrumentos necessários para se desenvolver uma oficina de cerâmica, como lustrado na seguinte figura:

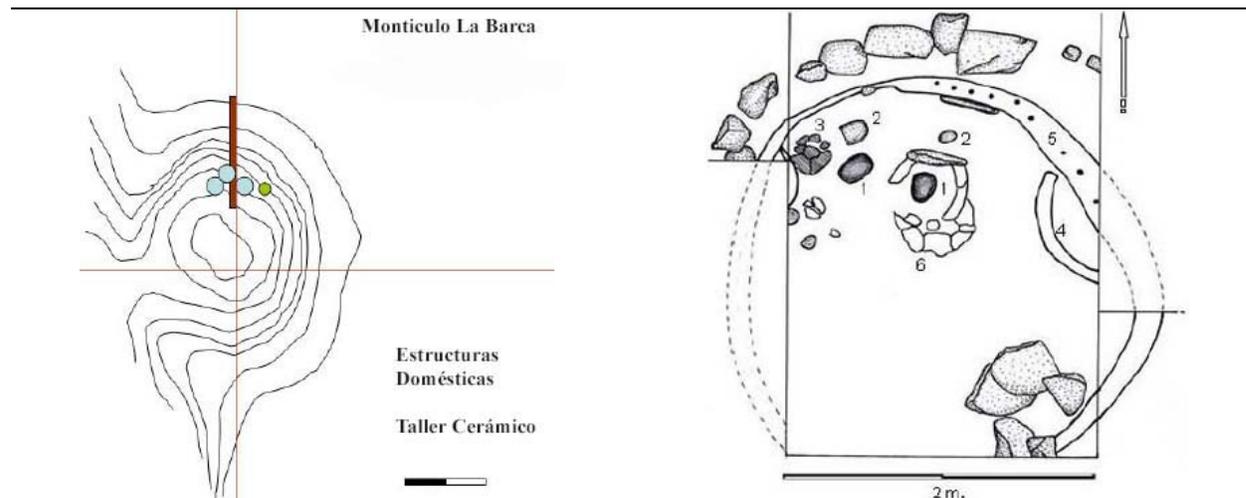


Fig. 24 Planimetria da área de estudo e o esquema da oficina cerâmica

Fonte: Pérez, 2005, p. 149 e 145 e 150

Os elementos encontrados no interior da edificação que permitiram sustentar tal afirmação foram enumerados, conforme a figura 24 e 25:

- duas porções de argila de 10 por 20 cm aproximadamente, que aparentemente permanece numa etapa prévia à moldagem;
- várias pedras arredondadas para moer ou triturar o quartzo ou algum outro tipo de material;
- restos de vasilhas e um fragmento de concha de sopa de argila;

- um pequena parede de argila de forma semicircular encostada à parede interna;
- doze pequenos troncos fincados do lado interno da parede, os quais tinham de 3 a 5 cm de diâmetro;
- o solo que apresentava uma capa de argila endurecida de aproximadamente 2 a 3 cm de espessura.



Fig. 25 Escavação: oficina de cerâmica

Fonte: Pérez, 2005 p. 149

No que diz respeito às desocupações destas habitações, Pérez menciona que um acidente repentino - um incêndio ou um desmoronamento - pode ter causado ou forçado ao abandono súbito deste ambiente.

2.6.2.2 Cultura Chiripa

Esta Cultura desenvolveu-se na região sul do lago Titicaca. O sítio Chiripa encontrava-se a uma altura de 3.820 metros acima do nível do mar, com um clima influenciado pela bacia do lago Titicaca. Portanto, embora a característica reconhecida

desta cultura seja a sua localização lacustre, existem também vestígios da sua expansão em direção aos vales da região.

O clima desta região caracteriza-se por ter um regime de duas temporadas: a úmida e a seca. As flutuações térmicas são significativas, com temperaturas muito frias na parte da noite durante a temporada seca e com temperaturas médias, durante a temporada de chuvas. As precipitações vêm principalmente do nordeste, da bacia do Amazonas. A precipitação média da região do lago atualmente é de 690 mm. Assim, a maior parte da temporada de chuvas ocorre de dezembro a março (HASTORF et al., 1999).

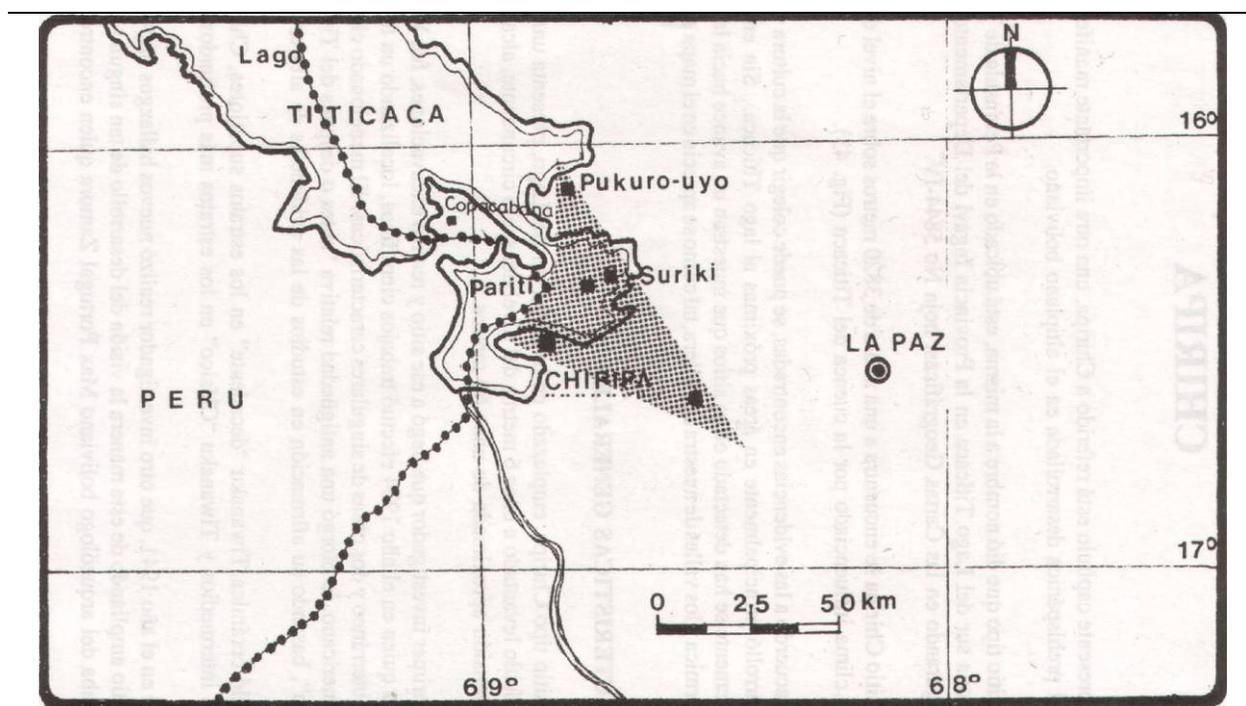


Fig. 26 Área de localização da cultura Chiripa

Fonte: Escalante 1997, p. 70

Os restos arqueológicos das edificações desta cultura podem evidenciar um paulatino grau de evolução na maneira de construir as suas moradias. Nos primeiros tempos, período denominado por alguns investigadores de *Pré-Chiripa* ou de *Chiripa Antigo*, que compreende aproximadamente de 1.400 a.C. a 1.000 a.C., as edificações tinham características mais simples e não muito elaboradas em relação ao período posterior, que vai do ano 1.000 a.C. ao ano 100 d.C.

Com respeito a esta última Escalante (1997, p. 79) afirma: “Depois do ano 1000 a.C. inicia-se uma nova etapa, onde se levantaram construções cerimoniais e edificações residenciais muito mais complexas”. Uma diferença marcante entre estes dois períodos refere-se aos achados arqueológicos, nos níveis superiores das escavações, onde se encontraram restos de moradias com a peculiaridade das paredes duplas. Este seria o grande avanço sobre a etapa anterior – Pré-Chiripa ou Chiripa Antigo – período em que ainda se construía com paredes simples.

O quadro, a seguir, ilustra cronologicamente, as descobertas sobre esta cultura em função da arquitetura que praticavam ao longo dos anos:

CHIRIPA (Resumen de investigaciones)	Investigad.	Cronología	Arquitectura	Urbanismo	Función
	W. Bennett 1934	Antes o después de Tiwanaku	Excava 2 casas y parte de una tercera. Casas de doble muro (4,5 x 2,4 m.) 1ra. Cimiento: piedra + adobe. Muros: adobe, espacio entre muros 0,60 - 0,45 m. Revestimiento: arcilla. Pintura: amarilla. Puerta: corrediza - loza de madera? Cubierta: paja (quemada?)	Villa de 14 viviendas alrededor de templete. Colina artificial 60 x 55 m. - 55 m sobre el nivel del lago. Templo: época Tiwanaku decadente.	Habitacional almacena
	M. Portugal Z 1941		Casas de doble muro excava una casa (6,70 x 3,40 m.) Jambas y dinteles con pintura roja al igual que el piso; estima 15 viviendas.		Habitacional
	A. Kidder II 1955	Más antiguo que Tiwanaku	Excava el área de Bennett, hallando casas más tempranas de un solo muro unihabitacionales. Las casas de doble muro serían posteriores, sirviendo de alacenas. Puertas corredizas. Pintura: Crema, Azul y Gris? estima 16 casas.	Villa de 50 m. de diámetro forma circular. Templete correspondiente a Tiwanaku decadente.	Habitacional ceremonial
	D. Browman 1974	3 Fases: Mamani 600-200 a.C. Llusco 850-600 a.C. Condori 1350-850 a.C.	Casas domésticas rasgos de adobes, doble muro, puerta corrediza viviendas de diferentes dimensiones estima 16 casas.	Villa sobre munt natural. Templete época más temprana.	Habitacional ceremonial
	C. Ponce S. 1978	Coetáneo con Tiwanaku	Viviendas de doble muro depósitos y aislamiento térmico, alrededor de un patio central.	Montículo artificial de planta casi cuadrada 60 m. de N-S y 55 m. de E-O formado por superposición de edificaciones templete época III de Tiwanaku.	Habitacional
	D. Ibarra G. 1984 G. Lumbrenas	Chiripa último 500 a.C. Chiripa medio 850 a.C. Pre chiripa 1300 a.C.	Habitaciones con doble pared el intermedio servía como depósito.	Poblado de casitas complejas.	Habitacional
	J. ARELLANO 1985 Karen Mohr Ch. 1986	Coexistiendo con Tiwanaku época III. Someridos por Tiwanaku expansivo. Complejo tardío 600-100 A.C.	Patron habitacional con patio central. Construcciones ceremoniales culto a Yanamama.	Estructuras que rodean un patio central hundido.	Habitacional Ceremonial

Fig. 27 Cronologia dos descobrimentos arqueológicos Chiripas

Fonte: Editado a partir de Escalante, 1997, p. 72

Estes achados apresentados na figura acima, permitem descrever algumas das características das moradias encontradas: os materiais construtivos básicos eram reunidos e elaborados nas regiões circundantes. A elaboração das fundações segundo Hastorf et al (1999) não ultrapassavam os 10 centímetros, compostos por grandes pedras unidas com argamassa de barro; as paredes eram levantadas com adobes de

terra crua e mudavam de dimensões, pelo uso que lhes era atribuído. Por exemplo, a largura variava de 20 até 70 cm.

Como já mencionando em parágrafos anteriores, nas etapas iniciais estas paredes eram simples (de uma só fileira). Posteriormente, as paredes passaram a ser duplas (com duas fileiras) com um espaço vazio entre eles, cuja distância variava de 45 a 60 centímetros, observe a figura 28. Em ambos os casos, estas paredes estavam revestidas interiormente e exteriormente por um reboco de argila. Nas moradias com paredes do tipo dupla existe uma preocupação de pintá-las em diferentes tons, tais como: o creme, o azul e o cinza. Outra característica importante é a inserção de uma porta corrediça que se encaixavam em ranhuras laterais abertas nas paredes.

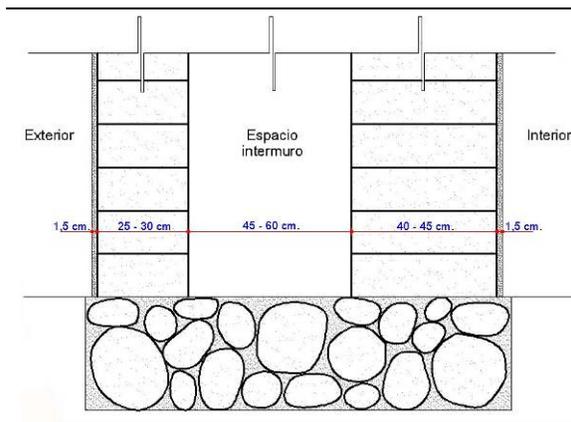


Fig. 28 Esquema a partir dos dados de Hastorf et al (1999) e Escalante (1997)

Fonte: própria



Fig. 29 Detalhe das paredes duplas

Fonte: Escalante, 1997

Existem duas correntes de interpretação sobre a finalidade da parede dupla, investigadores como:

- Ponce (apud Escalante, 1997) sustenta que um dos fins foi o isolamento térmico da moradia, já outros autores sustentam e lhe atribuem à função de despensa ou de depósito.
- Escalante (1997) realizou uma pesquisa quantitativa das áreas, em função das plantas de diferentes moradias e chegou à conclusão de que os espaços entre paredes foram mais importantes do que simples depósitos, já que estes espaços vazios constituem de 62 a 64% da área total da moradia

e, somente, de 36 a 38% referia-se à área útil da habitação. Na figura 30, os detalhes das medidas:

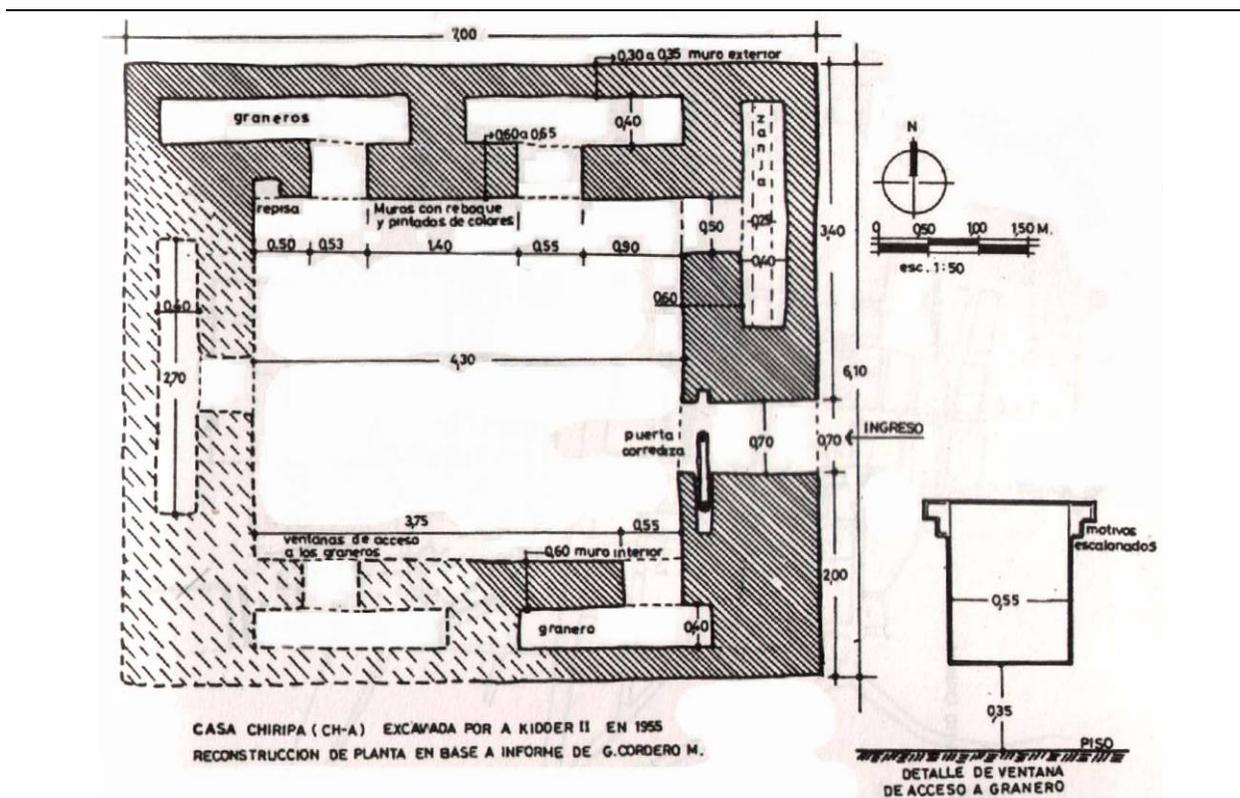


Fig. 30 Moradias de parede dupla dos Chiripas

Fonte: Escalante, 1997

Porém, o autor baseado nas evidências de pouco desgaste apresentado nos cantos dos vãos de acesso a estes espaços entre paredes, afirma que é sinal de um uso pouco freqüente, o que o leva a concordar com as explicações que se referem a sua construção como um isolante térmico e não como espaço de depósito.

Das coberturas ficaram somente restos carbonizados, é por isso que se tem a hipótese de que teria sido empregado material vegetal da região circundante. Porém, para as coberturas supõe-se a seguinte conformação e materiais: as estruturas de madeira eram de *quiswara*⁴ ou *queñua*⁵ e sobre elas uma grossa camada de *titora* ou *paja brava*, características dessa região. A forma retangular da moradia apresenta uma

⁴ Quiswara (*Bludeja incana*). Espécie florestal utilizada para a forragem, a construção e a lenha.

⁵ Queñua (*polyepis incana*). Espécie florestal utilizada para a forragem, a construção, a medicina e a lenha.

idéia de como era a forma de uma cobertura e, também, das possíveis opções da inclinação das cobertas.

O piso interior da moradia era composto por uma grossa camada de argila amarela bem compactada e apenas na entrada principal, existia um pavimento composto por pedras planas.

A seguir, o esquema da possível tipologia da cobertura e o detalhe da entrada da moradia chiripa:

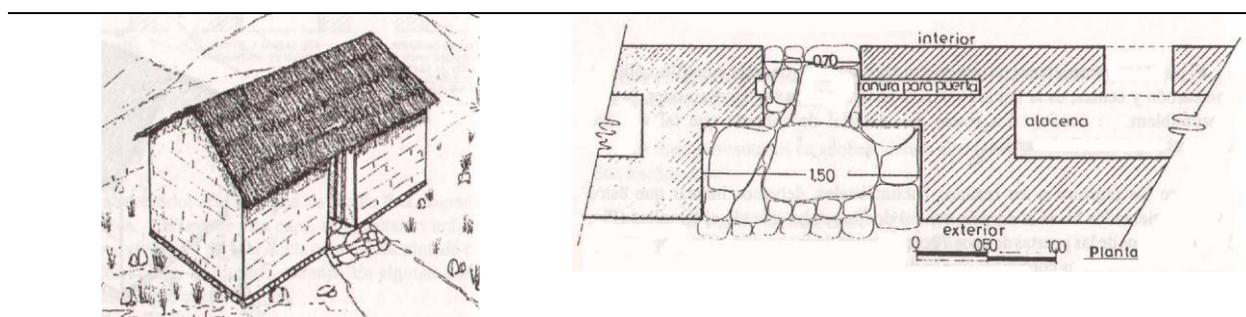


Fig. 31 Reconstrução da cobertura e o detalhe do ingresso pavimentado

Fonte: Escalante, 1997

2.6.2.3 Cultura Tiwanaku

Considerada como a maior expressão do desenvolvimento cultural pré-hispânico nos Andes bolivianos, apresenta vestígios de mais de 2.500 anos de ocupação humana. Tiwanaku era antigamente conhecida como *Taypikala* ou *Taypiqala* - *taypi* 'central' e *kala* 'pedra' - cujo significado literal teria sido 'Pedra Central'.

Constituiu-se na origem da irradiação cultural reconhecida por sua grande influência nas outras culturas das regiões circundantes. Em seu apogeu, dominou e alcançou terras distantes ao epicentro do império *altiplánico*, como menciona Escalante (1997) "Tiwanaku transformou-se no eixo motor de grande parte do desenvolvimento das culturas do mundo andino" [...] "com um processo de desenvolvimento que durou aproximadamente 2.500 anos, iniciando-se por volta do ano 1500 a.C. e prolongando-se até o 1200 d.C.".

“A região dos Tiwanaku está localizada ao sudeste do lago Titicaca, exatamente a 16°33'30” de latitude e a 68°40'40” de longitude. Tem um clima frígido e ventoso com uma média anual de 10C° de temperatura, característico desta região situada a 3.885 m de altura. A localização é ilustrada na figura abaixo



Fig. 32 Área de localização da cultura Tiwanaku

Fonte: Adaptado do Google Earth, 2006

Esta cultura teve a sua evolução histórica dividida em três períodos: Tiwanaku Aldeão, Urbano e Imperial Expansivo. É desta forma que Posnanski (1945, p. 43) refere-se às construções dos períodos iniciais da arquitetura:

“... na época primitiva do Tihuanacu, o estilo e a arquitetura *sui generis* ainda eram rudimentares e sem arte” [...] “os edifícios eram construídos dentro do mesmo chão, em escavações quadrangulares ou circulares, as paredes eram sustentadas por muros de contenção, cobertos por ramagens, palha ou lajes de pedra bruta rebocadas por fora com barro” [...] As habitações eram de proporções tão reduzidas que uma pessoa não podia estender-se no interior das mesmas”. (*Tihuanacu La Cuna Del Hombre Americano*, 1945)

No primeiro período, Tiwanaku ainda não contava com os monumentais centros cerimoniais, porém - cronologicamente e tecnologicamente - compartilhava este nível de desenvolvimento com outras culturas da região.

Já Escalante (1997, p. 107) observa que “as construções deste período tinham as paredes elaborados com adobes que foram desagregados pelo tempo, restando somente parte das fundações”. A partir das cerâmicas e de objetos decorativos deste período é que se tem uma idéia da morfologia das moradias. Na figura 33, elas teriam basicamente duas tipologias espaciais: as retangulares e as circulares.

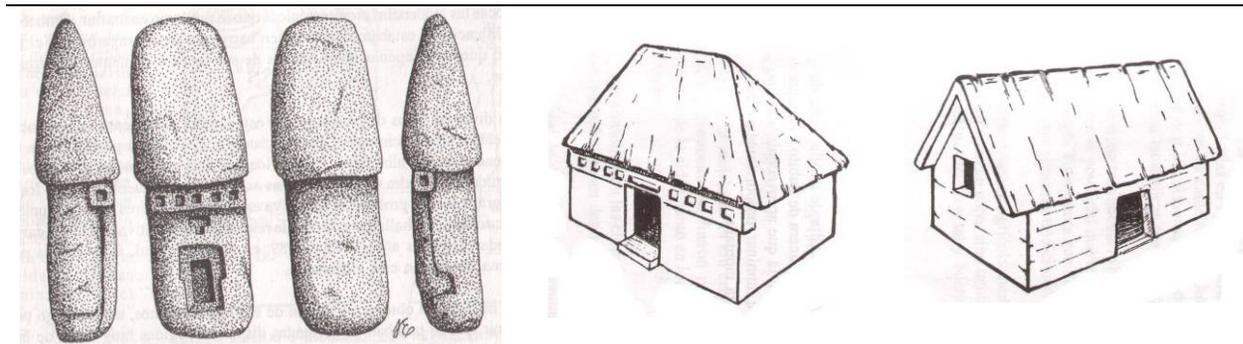


Fig. 33 Tipologia da moradia Tiwanaku, período inicial

Fonte: Escalante, 1997

As fundações eram construídas com pedras, mas sem trabalhá-las. Tinham argamassa de barro com uma ou duas camadas de pedra para, posteriormente, erguer as paredes de adobe. Observe a figura 34.

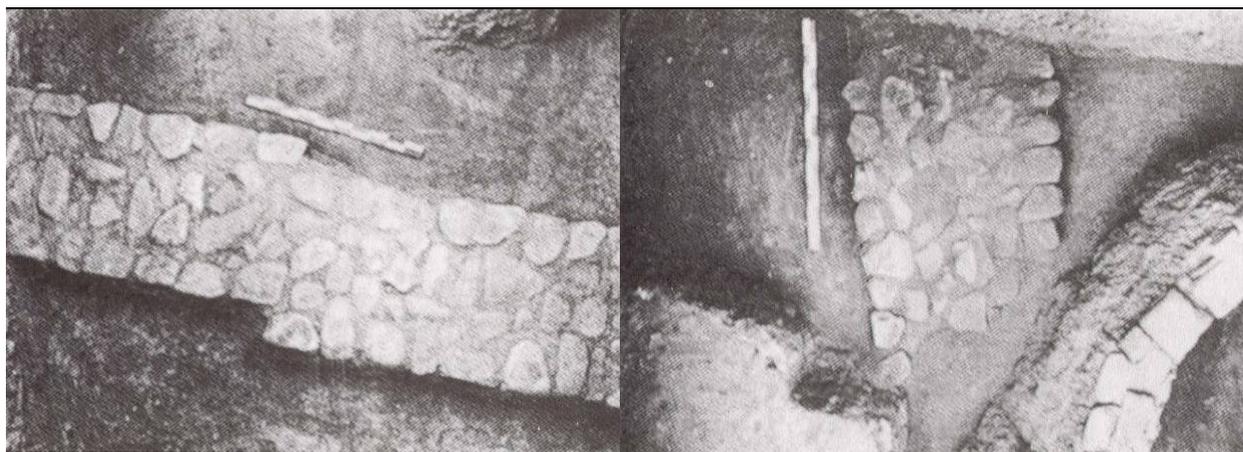


Fig. 34 Restos de fundações no período inicial da cultura Tiwanaku

Fonte: Escalante, 1997

O arquiteto Escalante (1997, p. 110) descreve que “as paredes encontradas nas últimas escavações estavam constituídos por adobes com medidas de 40 cm por 40 cm e uma altura de 20 cm, além de uma quantidade considerável de palha picada” e

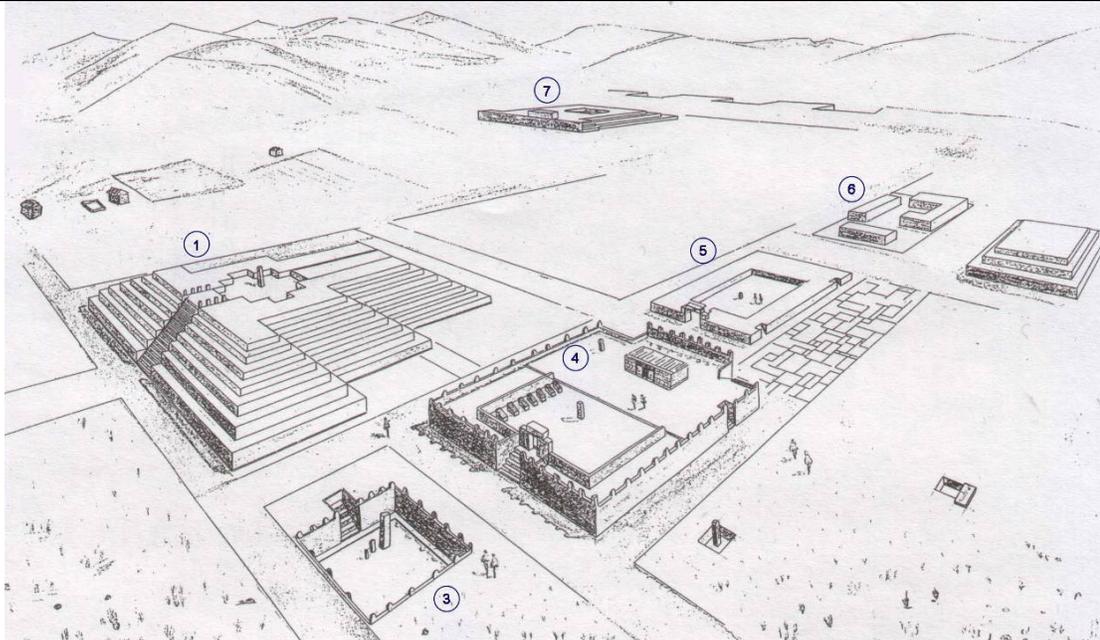
observa também as paredes, como predominantemente maciços e com pequenos vãos para os quais podem ter sido utilizadas vigas de *queñua* ou *quiswara*, espécies arbóreas típicas da região ou em outros casos, uma viga de pedra.

Sobre as coberturas pode-se mencionar que elas estavam compostas geralmente por elementos vegetais perecíveis extraídos do seu entorno natural, sendo utilizada a madeira como estrutura do tipo portante e sobre ela, camadas de *hichu* também denominada *paja brava*. As cordas para amarrar os madeiros entre si eram feitas de couro de animais. Este tipo de edificações residenciais localizava-se aos arredores do atual povoado de Tiwanaku, outras regiões neste mesmo período - *Tiwanaku Aldeão* - com as mesmas características foram: Taraco, Lukurmata, Lacaya.

O período urbano foi caracterizado por seus grandes avanços em diferentes campos do conhecimento, o grande desenvolvimento alcançado neste período poderia ter sido por conta dos diferentes fenômenos que revolucionaram a vida da aprazível aldeia. Dentro destas possíveis causas, podemos citar: a explosão demográfica, a especialização de ofícios e a criação de normas ou leis.

Considera-se que os sistemas agrícolas constituem a prova mais evidente do nível alcançado pela ciência e pela tecnologia de Tiwanaku, assim os excedentes na produção agrícola, sem dúvida, permitiu alcançar uma mudança acelerada rumo ao desenvolvimento urbano, que também viabilizou o progresso de outras atividades, como: a arte, a metalurgia, a estatuária, a cerâmica e a arquitetura.

Para abrigar e imortalizar as suas Divindades, construíram espaços destinados as mesmas e, por isso desenvolveram, neste período, uma arquitetura de caráter monumental. Até os dias de hoje, estes espaços são a causa da admiração de muitos, mesmo depois de ter suportado aos saques e a destruição ao longo de toda a sua história. Com a plena visão da realidade, sobre o atual estado de Tiwanaku, Berenguer (2000, p. 7) refere-se lamentoso da seguinte maneira: “do que uma vez foi o suntuoso núcleo templário e palaciano do maior assentamento urbano do mundo antigo, somente ficaram dos seus sete principais edifícios, vestígios em ruínas ou parcialmente reconstruídos”. A figura 35 apresenta a reconstrução ideal do espaço Tiwanaku:



1. A pirâmide de Akapana
2. Templo de Kantatayita

3. Templo semi-subterrâneo
4. Templo de kalasasaya

5. Palácio Putuni
6. Palácio Kheri Kala
7. Pirâmide de Puma Punku

Fig. 35 Reconstrução ideal da Área Cívica Cerimonial de Tiwanaku

Fonte: Berenguer, 2000

As construções mais simples ou populares deste período foram encontradas ao Norte do povoado em lugarejos vizinhos do núcleo templário. Nas escavações foram encontradas sucessivas superposições das estruturas habitacionais, o que indicaria que esse sítio era permanentemente utilizado como zona residencial-doméstica. Conforme Escalante (1997, p. 282): “não existe um padrão cronológico no processo de construção, o que significa dizer que, para os diferentes períodos empregaram-se os mesmos sistemas tecnológicos de construção das moradias”. E isso pode ser comprovado, a partir delas, com a retomada das duas tipologias espaciais: as circulares e as retangulares.

As moradias de planta retangular têm todos os sinais de ter albergado as atividades cotidianas de um lar, isto pelo fato de encontrar-se em seu interior restos de cerâmicas, de ossos, de cinzas e de outros objetos de uso cotidiano. As fundações destas estruturas foram construídas com pedras não trabalhadas e acopladas com argamassa de barro e, sobre elas, paredes de adobes moldados manualmente. A largura destas paredes é aproximadamente de 0.80 m.

As construções circulares são consideradas silos de armazenamento, já que não se encontrou rastros de ocupação humana. Além disso, o piso estava estruturado de modo diferente, a fim de obter uma eficiente impermeabilização, configurando-se da seguinte forma: uma camada de argila compactada e em cima dela uma outra de pedras (de até 10 cm), como base para uma cobertura superior elaborada com lajes de *arenisca* vermelha. Paredes e as fundações tinham as mesmas proporções e técnicas construtivas que as apresentadas pelas moradias retangulares. Observe a figura 36:

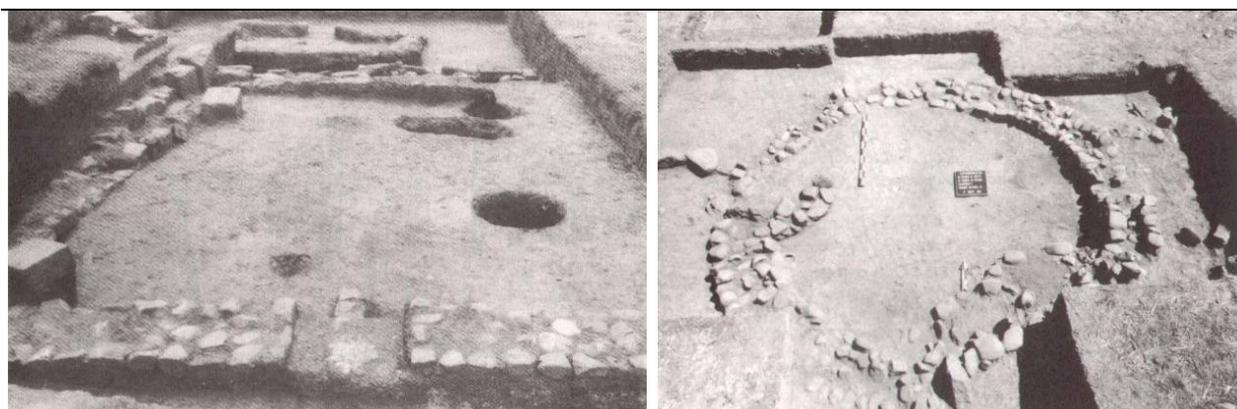


Fig. 36 Restos de fundações das moradias no período urbano e no final

Fonte: Escalante. 1997

Sobre as coberturas, pode-se dizer que utilizaram elementos vegetais e no caso das construções circulares, existe a possibilidade das moradias Tiwanaku (ver figura 37) de ter sido cobertas por uma abóbada *por avance* (aplicação de sucessivas fileiras até fechar o recinto) similar as atuais moradias cônicas dos Chipayas (ESCALANTE, 1997; POSNANSKI, 1945).

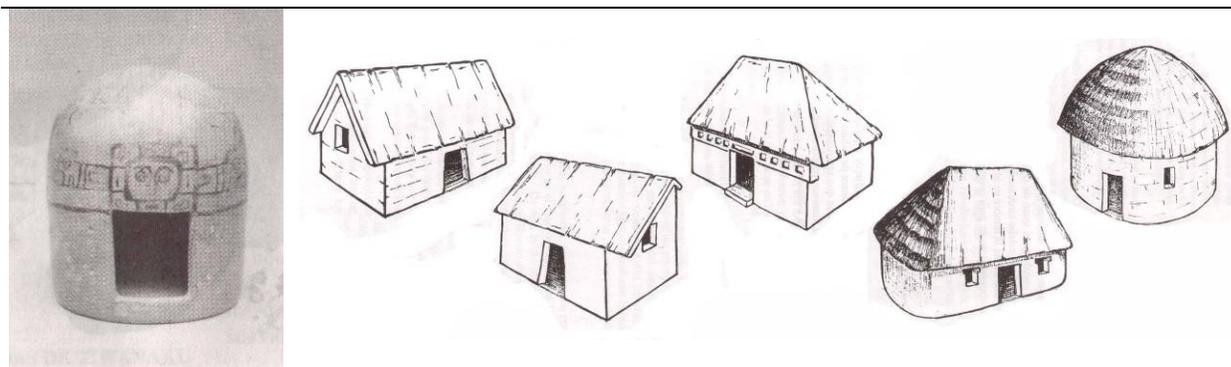


Fig. 37 Tipologias da moradia Tiwanaku, no período final

Fonte: Escalante, 1997

No período de expansão, apresentaram um estancamento nas artes e se caracterizaram por seu impulso colonizador das regiões vizinhas, por conta da sua superioridade tecnológica. E como consequência disto, produziu-se um processo de assimilação cultural dos povos por onde se expandiu. Tal como o menciona Grasso (1986, p. 235):

“Depois do período clássico, a cultura do Tihuanaco tem seu grande momento de expansão, que logo se caracterizou pela decadência nas artes em geral. No entanto, sem dúvida, a metalurgia progrediu possivelmente por conta dos fins militares. Parece que o interesse artístico e construtivo de edifícios foi diminuindo diante do suposto interesse militar e religioso totalitário”. (*30.000 años de prehistoria em Bolivia*, 1986).

O período de expansão tem um amplo alcance, chegaram a inserirem-se nos atuais territórios do Peru, Argentina e Chile. Dentro do território boliviano, avançaram até a região oriental. Segundo Berenguer (2000) este avanço teve início nas proximidades do vale de Tiwanaku, em regiões vizinhas; e neste lugar, construíram cidades denominadas satélites (Lukurmata e Pajchiri). A partir de algumas evidências, é possível acreditar que os habitantes comuns residiam em modestas moradias espalhadas pelos campos de cultivo e eram construídas sobre montículos de terra que se comunicava por caminhos elevados no terreno, a fim de rebater as cíclicas inundações. As características construtivas destas moradias eram de paredes simples de barro e coberturas de palha.

Posteriormente, os tiwanaku chegaram às regiões dos vales mais quentes e de menor altitude tanto ao oriente como ao ocidente dos Andes. O interesse principal desta política foi a de abastecer-se de produtos que não se produziam no *altiplano*, e sim, nas regiões do litoral ao ocidente e nas áreas de transição entre o *altiplano* e a região das planícies ao oriente. Alguns dos produtos apreciados pelo povo tiwanaku eram o milho e a coca, que faziam parte da suas cerimônias.

Ao sudoeste de Tiwanaku, nos vales de Apaza e de Tacna, os colonos instalaram-se e construíram perto de vertentes de água. Localizavam-se em lugares mais altos e bem ventilados. As suas moradias eram de planta retangular com fundações de pedra rústica e simples paredes de bambu e de *tatora*.

Ao oeste, na região de Moquegua, sul do Peru, as moradias destas aldeias acompanhavam ao clima da região que se localizavam entre 100 e 1.200 metros acima do nível do mar. As moradias eram bem arejadas e construídas apenas com bambu, tecidos ou peles amarradas aos postes de madeira apropriada para o agradável clima quente da região. O processo de colonização posterior segue o rumo oriental: dominaram a região central do vale cochabambino, chegando inclusive ao sul do Chapare de característica climática tropical úmida (BERENGUER, 2000).

2.6.2.4 Cultura Inca

Esta cultura é bem conhecida por ter ocupado um vasto território dentro da América do sul. Conquistaram terras hoje pertencentes a diferentes países (ver figura 38).

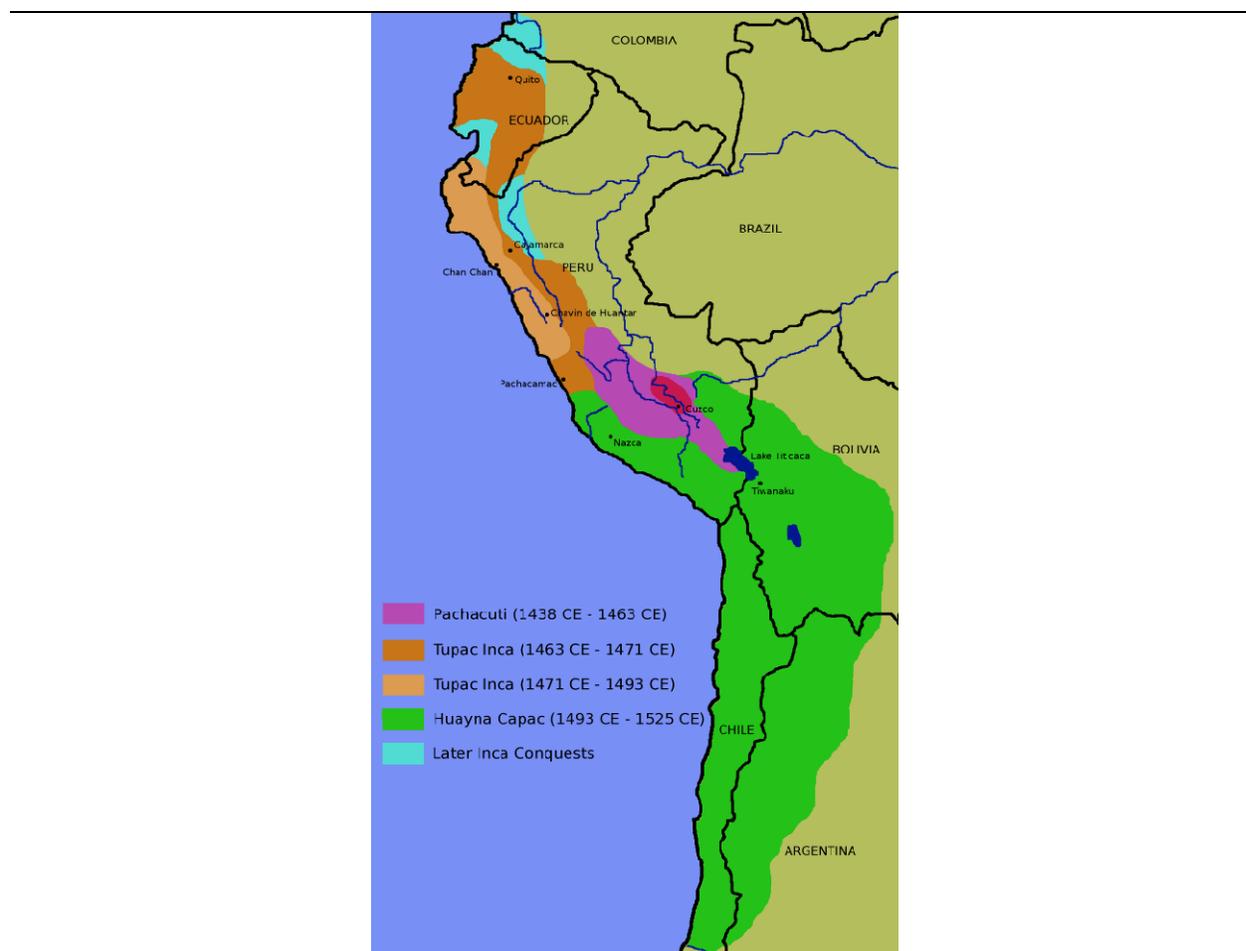


Fig. 38 Localização geográfica do império Inca

Fonte: www.memo.fr

A grandeza do território inca implica, também, numa diversidade geográfica que abrange desde as regiões tropicais até os litorais desérticos e paragens *altiplánicos* secos e frios; este último parece ser um dos ambientes menos propícios para o desenvolvimento da vida do homem pelas características extremas do clima, mas os povos que o habitaram demonstraram ao longo de muitos séculos, não só ser capazes de sobreviver em tais condições, como também, de dominar o meio geográfico e de originar grandes civilizações como a Incaica.

Paralelamente ao avanço da sua expansão, também, desenvolveu-se a atividade construtiva como uma política de comunicação e de controle, mediante a construção de centros administrativos em regiões estratégicas do seu domínio. Segundo Eeckhout (2004), os incas no seu apogeu integravam mais de cem etnias diferentes em todo seu território. O controle sobre estes se baseava no estrito grau de organização que tinham alcançado antes e depois de suas campanhas de conquista. A seguir, na figura 39, o mapeamento da expansão:



Fig. 39 Expansão Inca na Bolívia

Fonte: Escalante, 1997

Suas obras arquitetônicas concretizaram-se na construção de obras civis, militares e religiosas. As características construtivas dos incas foram bem diversificadas e respondiam às características das diferentes regiões que compunham o império. Assim, por exemplo, na costa se construíram edificações usando adobes, *tapial* e a *quincha* ⁶. Por outro lado, a utilização da pedra foi feita na região *altiplánica* com diferenças somente no tipo de parede, segundo o material disponível em cada uma destas regiões (ESCALANTE, 1997).

No território boliviano são poucos os exemplos de arquitetura deixada. Entre eles, podemos citar: os *tambos* ⁷, as fortificações militares ou os templos cerimoniais. Ao nos remetermos às características das moradias mais simples da arquitetura inca no território é possível identificar peculiaridades construtivas rudimentares, assim como, as culturas que os sucederam, baseada na utilização de pedras não trabalhadas e unidas com simples argamassas de barro.

Já na região que rodeia o lago Titicaca, pode-se evidenciar certo ecletismo por assim dizê-lo, ou seja, existe uma mescla entre o estilo Inca e o Aymara, evidenciado por conta da utilização da abóbada *por avance* (aplicação de sucessivas fileiras até fechar o recinto) dos aymaras junto às fachadas *escalonadas* incas.

As construções residenciais *incaicas* caracterizam-se por sua simplicidade. Morfologicamente, apresentam formas básicas na configuração das plantas. Estas são retangulares em sua maioria, existindo também, exemplos de outras circulares: a cobertura *a duas águas* (quedas) nas edificações de caráter retangular e a cônica nas de planta circular (Escalante, 1997).

As fundações destas construções eram de pedra e de barro, o piso tinha a característica de terra compactada, as paredes podiam ser de pedra não trabalhada ou de barro de acordo à região, os vãos de entrada eram *trapeziforme* (muito estreitos e pequenos em alguns casos). Para fins de ventilação, deixavam-se pequenas aberturas; as alturas interiores oscilavam entre 1.5 e 2.5 metros. Para as coberturas, utilizaram-se

⁶ Quincha, nome no dialeto Quéchuá de uma parede feita com canas ocas e recoberta com barro.

⁷ Tambos. Nome no dialeto Quéchuá das pousadas para as tropas militares ou caravanas de comerciantes situadas a cada número de quilômetros de distância.

estruturas de madeira, troncos grossos, sobre as quais se dispõem de um tipo de esteira de cana oca ou ramos que são amarrados com cordas de origem vegetal ou animal. Finalmente, coloca-se *paja brava* ou *tatora* abundante na região. Também como característica própria dos incas. Segundo Bernabé Cobo (apud. BOLLINGER, 1997), estas coberturas tinham declives muito proeminentes, ou seja, íngreme.

Um dos exemplos - configurado até como peculiar para esta época - dos grandes avanços desta cultura foram as construções de dois níveis. Na figura 40, o esquema dos pavimentos:

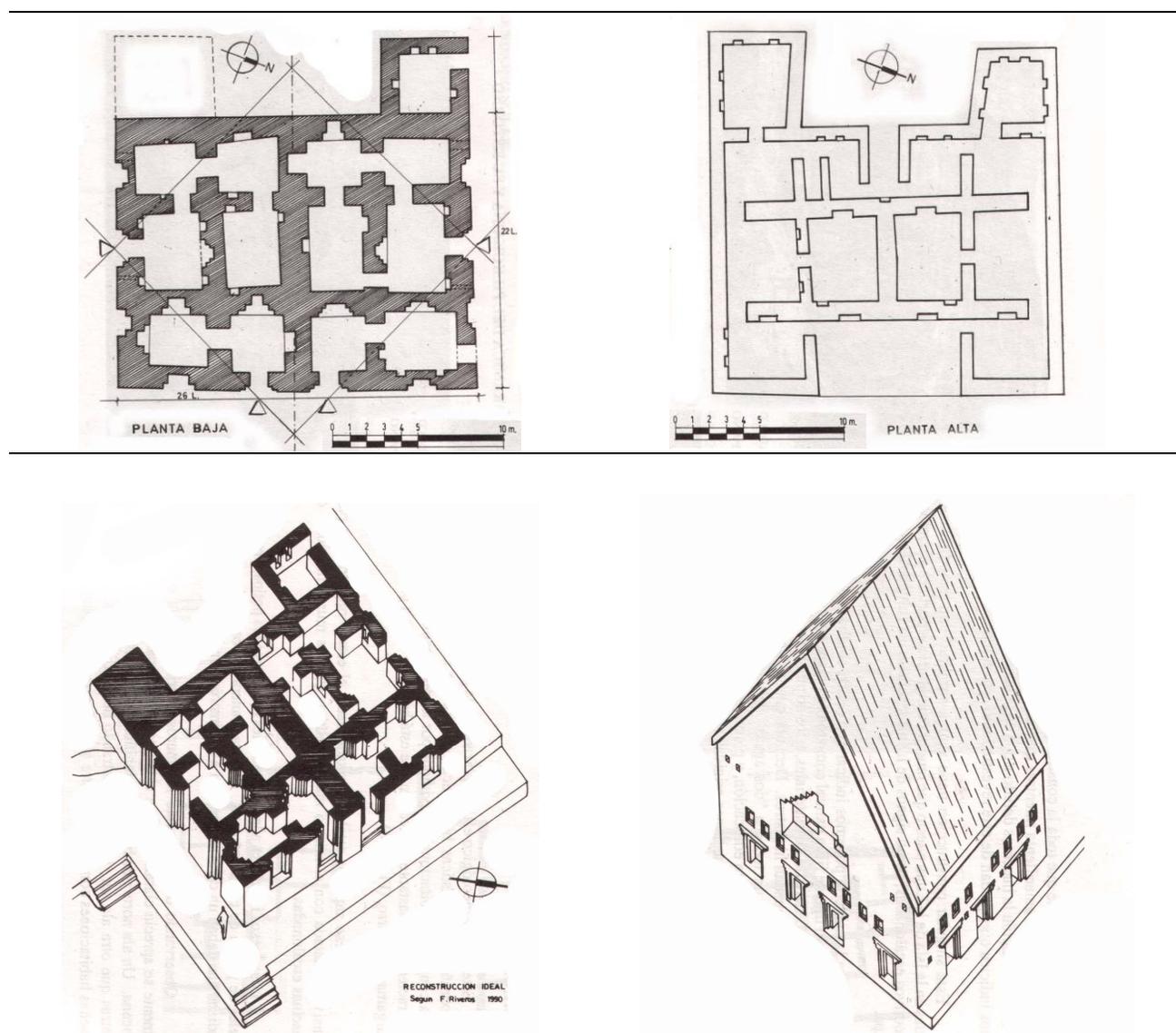


Fig. 40 Palácio Inca de dois pavimentos, Pilkokaina

Fonte: Escalante, 1997

Em outras regiões, ao qual podemos chamar de transição entre o *altiplano* e as terras baixas com características climáticas tropicais encontram-se, segundo Esteves J. (apud Escalante, 1997), exemplos de estruturas residenciais similares sem grande variação, onde as paredes eram elaboradas de pedra piçarra unida com argamassa de barro, e ainda mantinham dessa forma, as características dos pequenos vãos. Estas construções estavam ligadas aos conjuntos de terraços agrícolas localizados em regiões com características climáticas ideais para a produção agrícola. Assim, estas edificações serviam de base para os pontos de controle da produção da região.

2.6.2.5 Cultura do Nor Lípez (Potosí)

No *altiplano* sul, dentro do Departamento de Potosí, na região do norte do Lípez foram datados vários conjuntos arquitetônicos, estabelecidos entre os anos 900 a 1700 d.C. Esta cultura se desenvolveu entre o intervalo de tempo dos últimos séculos pré-hispânicos e os séculos iniciais da chegada e conquista dos espanhóis.

Seus atuais habitantes são herdeiros de uma rica tradição cultural e têm as suas origens no passado pré-hispânico que perdura até os dias de hoje. Falam a língua quéchua e se dedicam, principalmente, ao pastoreio de llamas e ovelhas, além de intercalar com outros setores, como: o cultivo de batata, a *quinua* (um tipo de cereal) e atividades mineiras. Ao contrário do que acontece no norte do Chile e ao noroeste da Argentina, toda a população do Lípez encontra-se organizada em comunidades indígenas há pelo menos meio século. Em toda a região, pratica-se a propriedade comunitária da terra e em muitas partes conserva-se ainda o sistema de autoridades originárias (NIELSEN, 2003).

O clima desta região caracteriza-se por ter baixas temperaturas ambientes, aproximadamente de 8C°, além de apresentar baixos níveis de pluviosidade. O norte de Lípez, onde se assentaram estes povos, mostra cotas de base próximas aos 3.670 m, é o setor desta região mais favorável para a ocupação humana e a única que parece ter albergado concentrações significativas de populações durante a época pré-hispânica. A seguir, a localização das culturas Nor-Lípez, na figura 41:

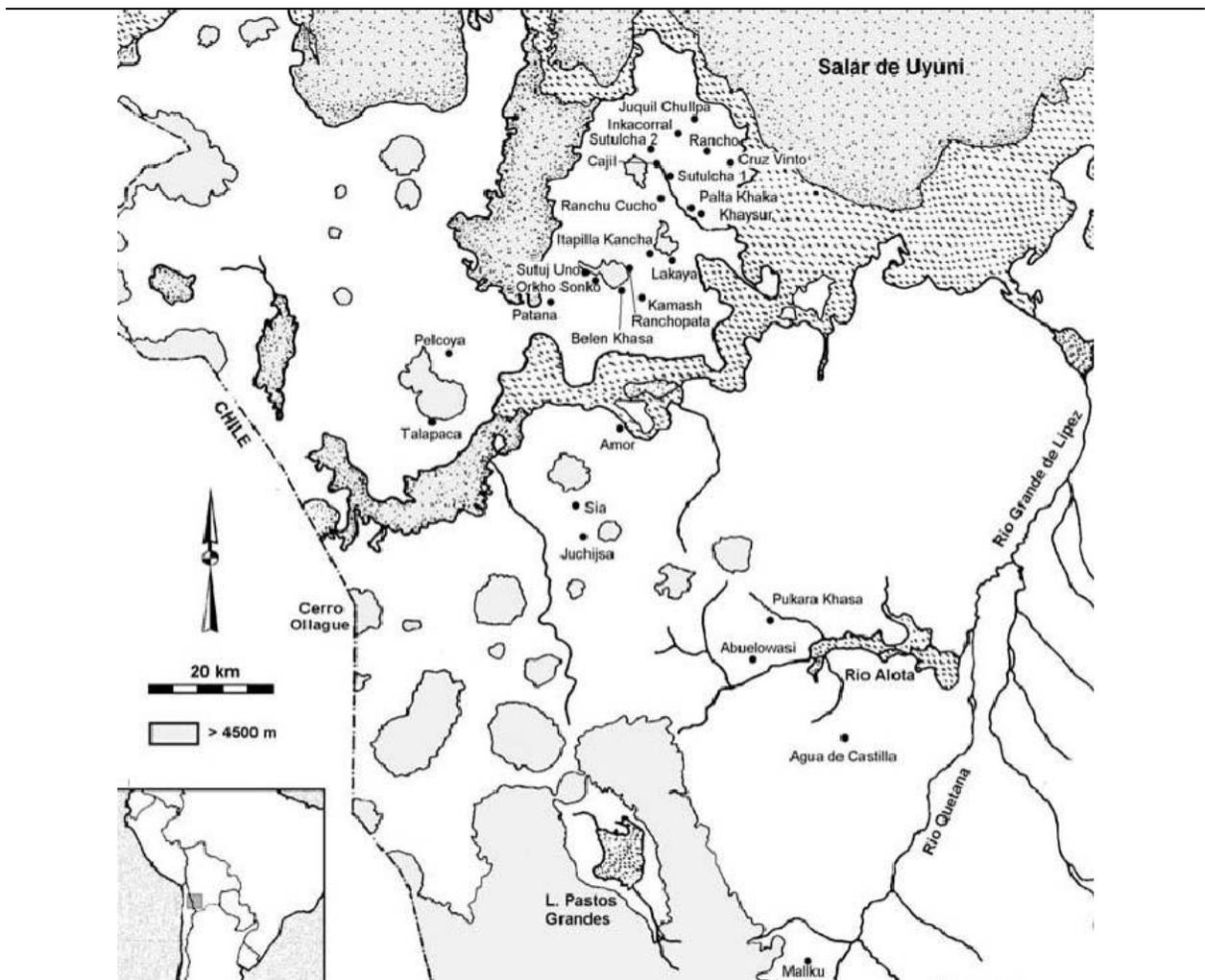


Fig. 41 Localização das culturas do norte de Lipez

Fonte: Nielsen, 2003

De modo geral, um aspecto importante que se deve considerar para a concepção do habitat humano é o entorno natural que influenciara a sabedoria dos povos originários na maneira de interagir com a natureza. Nielsen (2001, p. 42 e 43) confirma este critério:

“Os grupos moradores criam seu espaço doméstico em função das múltiplas condicionantes [...] o entorno natural que oferta os materiais para sua construção e fixa as condicionantes climáticas as que a moradia deverá adaptar-se e no seu caráter de refugio devera regular as condições externas (temperatura, insolação, precipitações, ventos, entre outros)”. (*Evolución del Espacio Doméstico en el Norte de Lipez*, Nielsen, 2001)

Os Nor Lípes demonstraram a sua capacidade de desenvolver-se em toda esta região sob as condições naturais preexistentes duras, embora esta se apresente agreste e escassamente habitada, estes povos adquiriram um domínio do seu meio natural. Mesmo que tenham atravessado séculos, algumas características morfológicas foram modificadas nas moradias, porém a capacidade de domínio e o senso comum em relação ao seu habitat permaneceram intactos.

As moradias da cultura Nor-Lípez apresenta uma evolução especialmente na morfologia das edificações, que num primeiro período, conhecido como *Desenvolvimentos Regionais* (900-1450 d.C.) se delineavam em plantas circulares. Mais tarde, as circulares se deformaram e adquiriram a forma elíptica. Porém, nos dois períodos posteriores - o Período *Inca* (1450-1540 d.C.) e o Período *Hispano* Indígena (1540-1700 d.C.) - a elíptica já apresenta exemplos de moradias de planta retangular. No entanto, apesar das grandes mudanças políticas, sociais e culturais não ocorre uma mudança significativa na distribuição espacial no interior e nem no processo construtivo das moradias desta região (NIELSEN, 2001, 2002).

As características principais dos restos arqueológicos residenciais dos antigos habitantes destas regiões são: a planta circular e a elíptica, com um diâmetro interno semelhante que oscila entre 3 a 5m (7-19m²), o vão de acesso orientado predominantemente ao leste (entre as orientações de 330-210°) e as paredes que têm uma espessura aproximada de 0.40 a 0.60m. Estas paredes estão constituídos por uma fileira dupla de pedras não trabalhadas e unidas com argamassa ou em alguns casos sem ela.

Embora existam diferentes evidências indiretas para inferir que a maioria destes recintos possuísse cobertura, não foram encontrados restos dela. A grande quantidade de desmoronamento extraído do interior da moradia durante as escavações indica que as paredes chegavam até a altura do teto.

No primeiro período - *Desenvolvimentos Regionais* (900-1450 d.C.) -, os habitáculos podem evocar pela forma, certa semelhança com as atuais moradias Chipayas ou seus predecessores - os Wankarani - com a diferença de que estas

apresentam agrupamentos de duas, três ou mais edificações criando estruturas residenciais. O que se pode presumir é que o efeito de juntar-se, provavelmente, advém do aproveitamento da inércia térmica para anular o clima frio da região. Na figura 42, apresentamos exemplos destes agrupamentos:

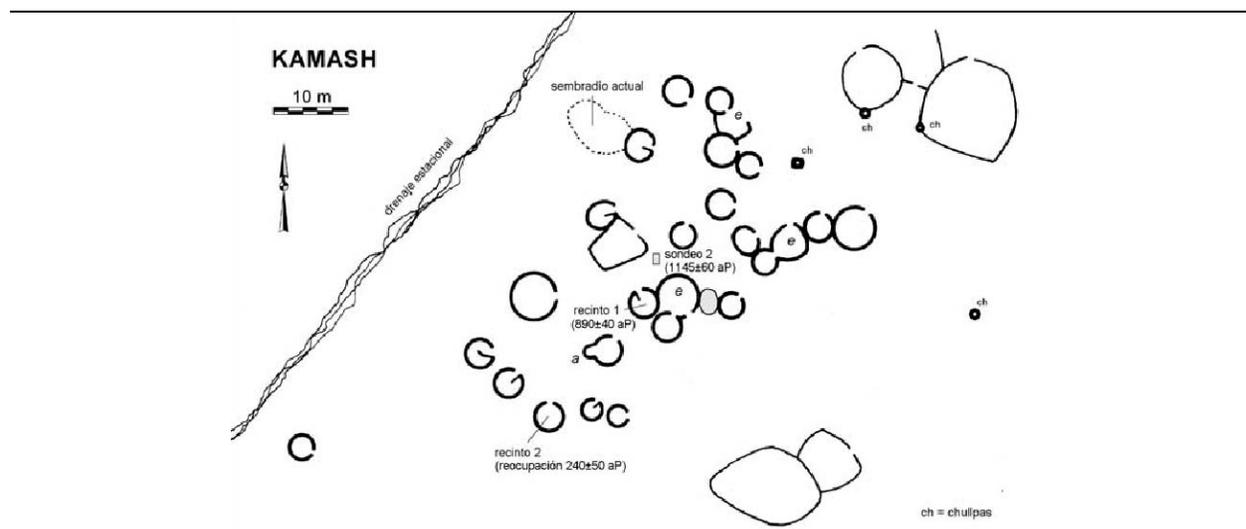


Fig. 42 Planimetria das moradias circulares

Fonte: Nielsen, 2003

São três as particularidades próprias que se apresentam no interior das unidades residenciais que as diferenciam de outras edificações de similares conformações espaciais: os defletores de ar, as paredes tabiques e os nichos. Ver na figura 43:

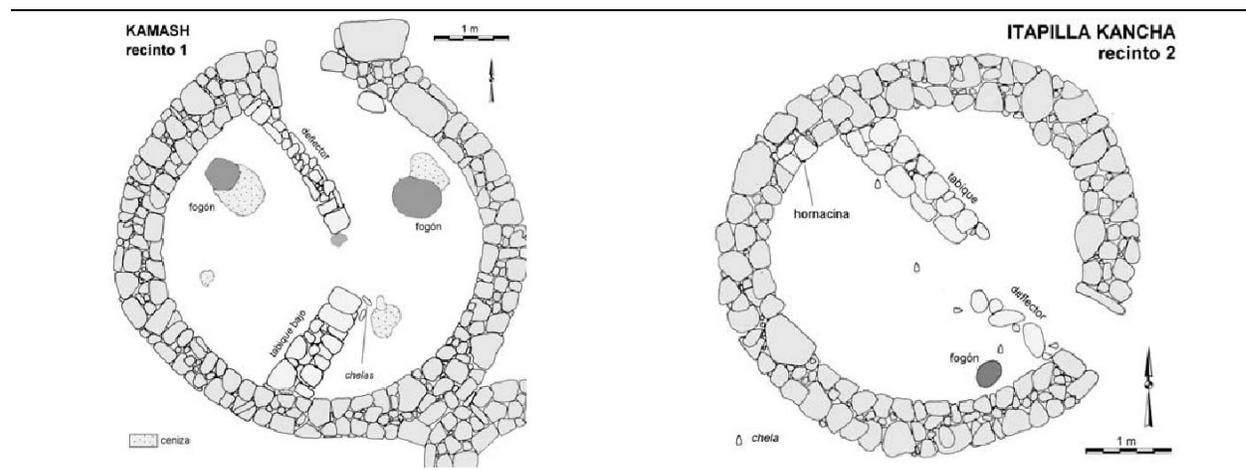


Fig. 43 Plantas das moradias circulares

Fonte: Nielsen, 2001

Os defletores estão formados por uma ou mais rochas planas dispostas verticalmente ou de uma parede magra de uma altura inferior a 0.70 m que se apoiava em um dos vãos de acesso em direção ao centro do recinto. Este elemento, possivelmente, serviu para orientar as correntes de ar de modo a facilitar a saída da fumaça gerada pelos fogões localizados dentro do habitáculo. Os *tabiques* têm características radiais e opostas aos defletores, o que divide o espaço interno e gera um ingresso ao interior.

No segundo período - o *Período Inca* (1450-1540 d.C.) - as moradias circulares conservam características semelhantes as do período anterior; no entanto, mostram uma mudança gradativa para a forma elíptica. Vejamos outras considerações a respeito deste período: o aumento na quantidade de unidades residenciais; a localização dos povoados em lugares altos e rodeados por muros defensivos ao redor, por consequência dos conflitos belicosos nestes períodos (NIELSEN, 2001, 2003). Na figura 44, a seguir, as moradias elípticas:

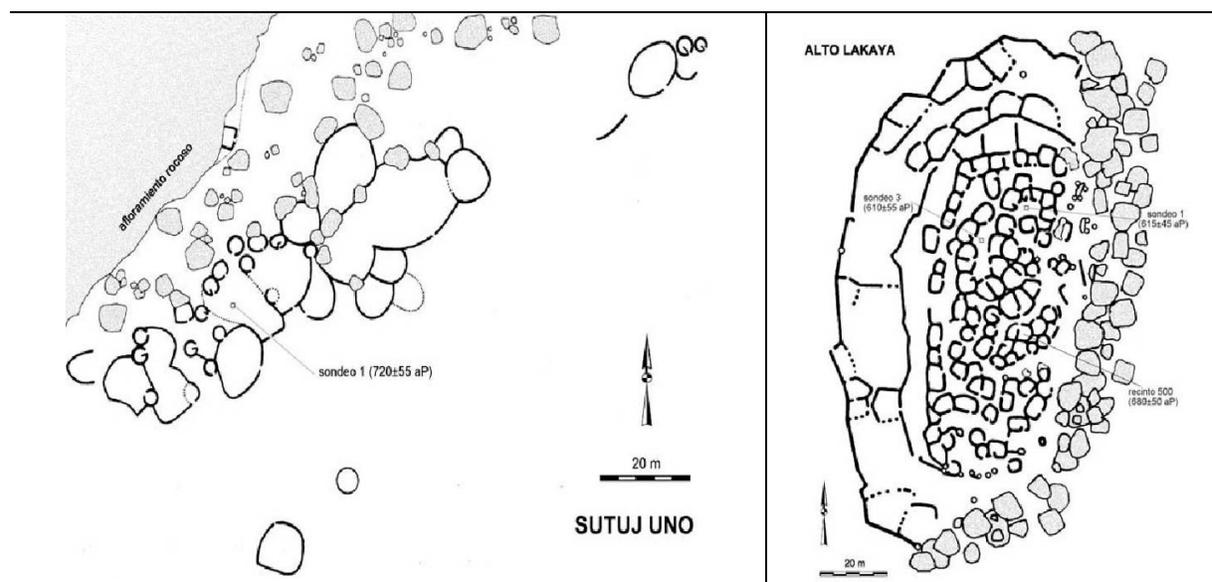


Fig. 44 Planimetria de moradias elípticas

Fonte: Nielsen, 2002

As características internas das moradias não sofrem uma grande mudança já que estas mantêm a mesma distribuição espacial interna, mas o que prevalece são as paredes *tabique*, os defletores de ar e os nichos. Observe-se na figura 45, dois

exemplos do mesmo período: as moradias circulares que ainda conservam o conceito formal inicial e as novas moradias com tendências elípticas.

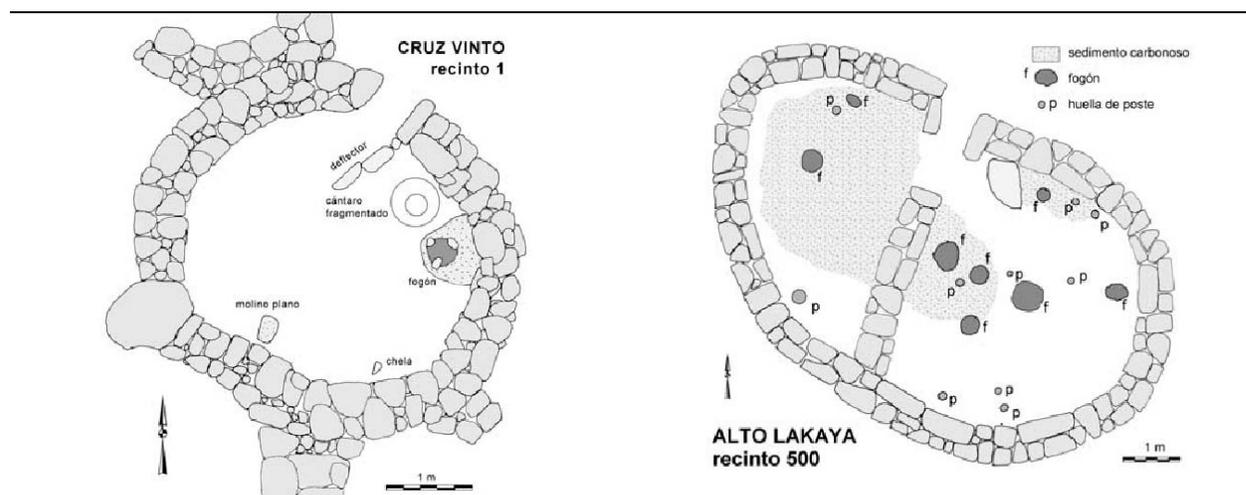


Fig. 45 Plantas de moradias elípticas

Fonte: Nielsen, 2001

O último período - *Hispano Indígena* (1540-1700 d.C.) - foi marcado pelo predomínio das moradias de forma retangular, as mesmas ainda guardam, sobretudo as características internas da edificação já mencionadas, embora apresentem uma elaboração mais refinada das estruturas de combustão tanto do defletor como do fogão. A figura 46 mostra um exemplo da predominância formal das moradias retangulares.

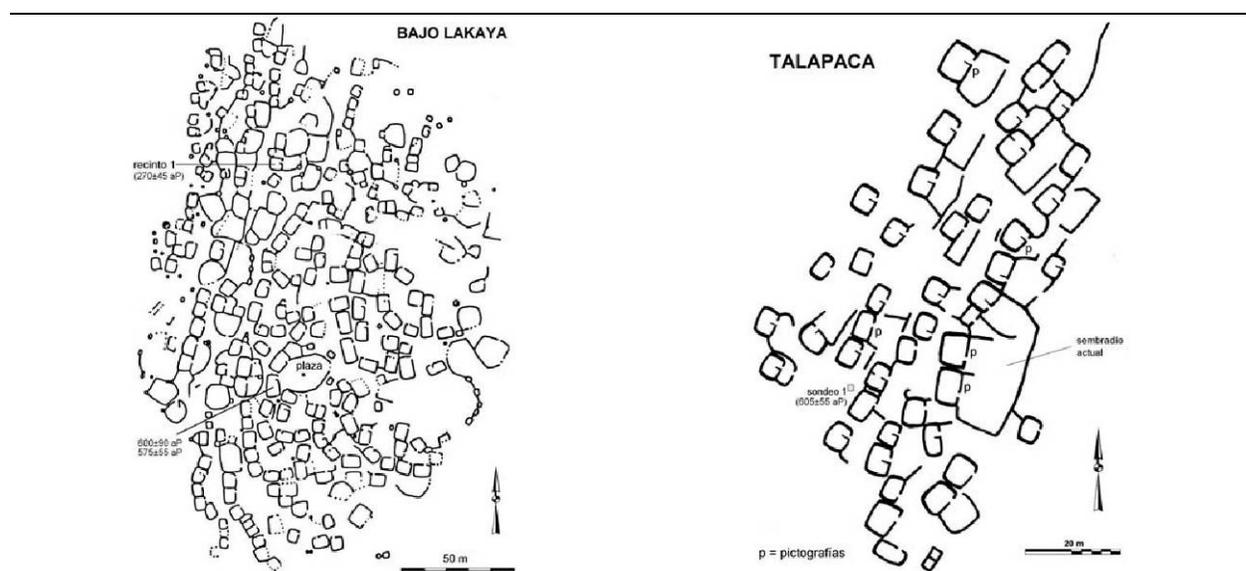


Fig. 46 Planimetria das moradias retangulares

Fonte: Nielsen, 2002

Os recintos retangulares têm maior área em relação aos outros circulares ou elípticos superando freqüentemente os 20 m². Também, é possível notar que a cúspide (a parte mais alta do recinto) está a 3.4 m do nível do chão e uma outra característica peculiar deste período é a utilização de um poste na parte média da habitação, mostrando que a cobertura estava sustentada por uma coluna. A seguir, na figura 47, um detalhe das moradias retangulares:

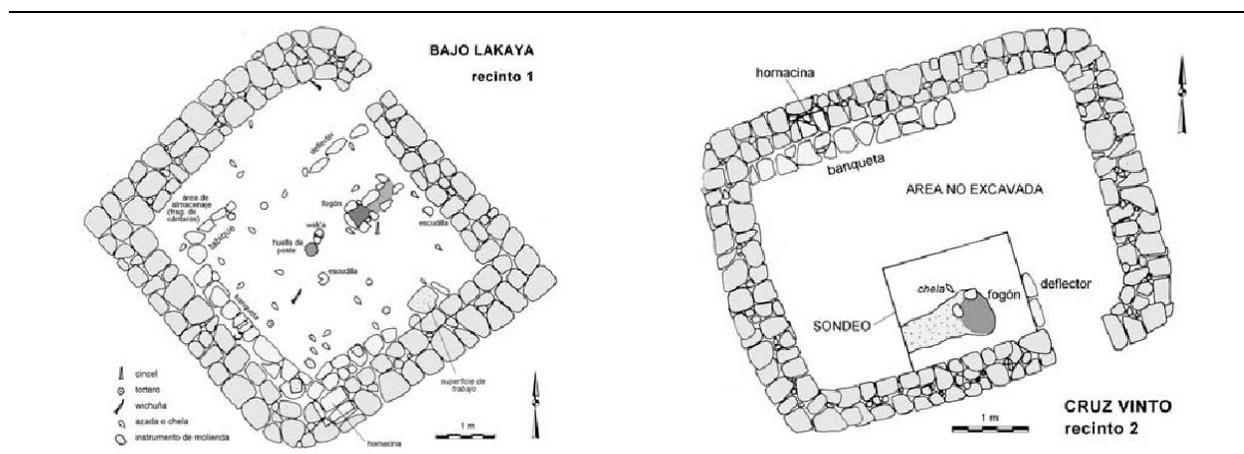


Fig. 47 Planta das moradias retangulares

Fonte: Nielsen, 2001

Segundo Nielsen (2001) não se pode determinar com exatidão o número total de unidades residenciais de cada um dos períodos descritos, pela dificuldade de estabelecer o grau de contemporaneidade entre as estruturas registradas nos sítios, que em alguns dos casos, ultrapassam as duzentas moradias.

2.6.2.6 Cultura Chipaya

É importante destacar que os membros desta cultura são descendentes diretos dos primeiros povoadores andinos (cultura Wankarani). Os seus remanescentes são conhecidos como Chipayas e Urus. Estes apesar das mudanças das estruturas políticas e sociais durante os séculos, ainda mantêm as características construtivas de suas moradias.

No entanto, alguns autores expõem uma grande preocupação pela contaminação do mundo tecnológico moderno que os ameaça, com a extinção das tradicionais moradias cônicas – uma característica peculiar que identifica esta cultura,

Esta região caracteriza-se por ter um clima frio e seco apresentando também, fortes ventos impetuosos do oeste (cordilheira dos Andes). Além de sofrer inundações na temporada de chuvas, por conta do crescimento do lago e do rio, o que determina uma vida difícil para este povo.

Partindo do princípio universal de que um dos objetivos das construções é de se proteger; podemos afirmar que este propósito reflete-se plenamente na concepção das edificações Chipayas, onde a necessidade maior é a de resguardar-se das inclemências do clima exterior da região *altiplánica*. Estes povos milenares tiveram a habilidade e a sensibilidade de conceber soluções congruentes e harmônicas em completa sintonia com seu meio natural. Uma estratégia é utilizar os recursos materiais que a natureza põe em suas mãos, e ter como resultado: um espaço seguro, protegido e de grande valor estético. Exemplos destas moradias, na figura 49:

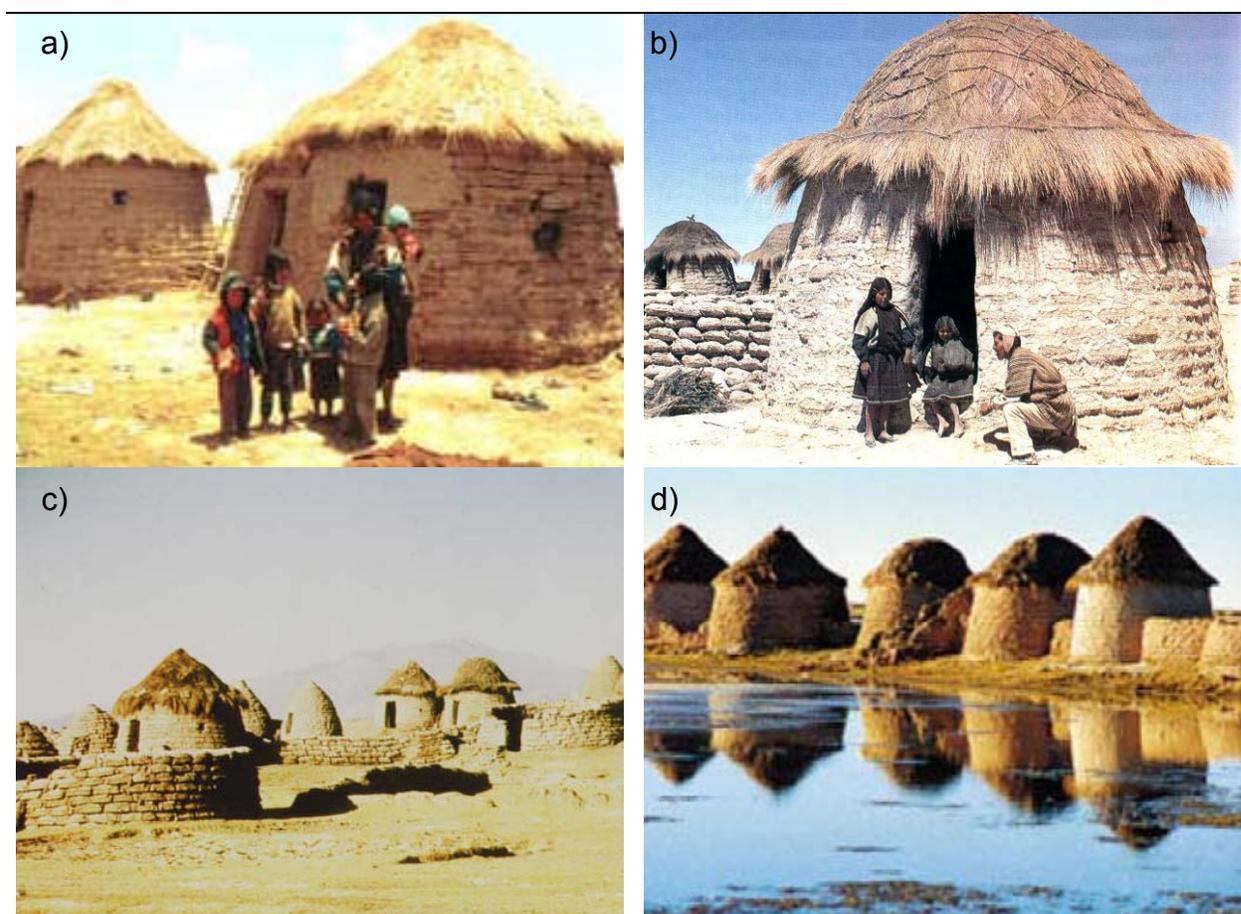


Fig. 49 Exemplos das moradias Chipaya

Fonte: a) www.bolivie.org; b) Boero, 1994; c) Gisbert, 1993; d) Correo del Sur, 2005b

Ao observarmos os exemplos acima, podemos imaginar o tempo estático e lembrar da capacidade criativa do homem ao mostrar uma arquitetura com rasgos singulares e representativos de uma forma de vida e das condições climáticas deste território.

Segundo De La Zerda (apud Hennings, ca. 2000) dentro desse mundo existem dois tipos de edificações: uma de caráter rural e outra urbana.

A primeira denominada *phutuku*, caracteriza-se por ter o mesmo material para as paredes e para a cobertura da construção, já que em sua totalidade é constituída por *tepes*⁹ deixando um vão pequeno como ingresso ao recinto sem janelas. Estas moradias localizam-se em zonas de pastoreio. Como mostram os exemplos da figura 50, as moradias têm aspecto de colméias, cuja forma padrão é a cônica.

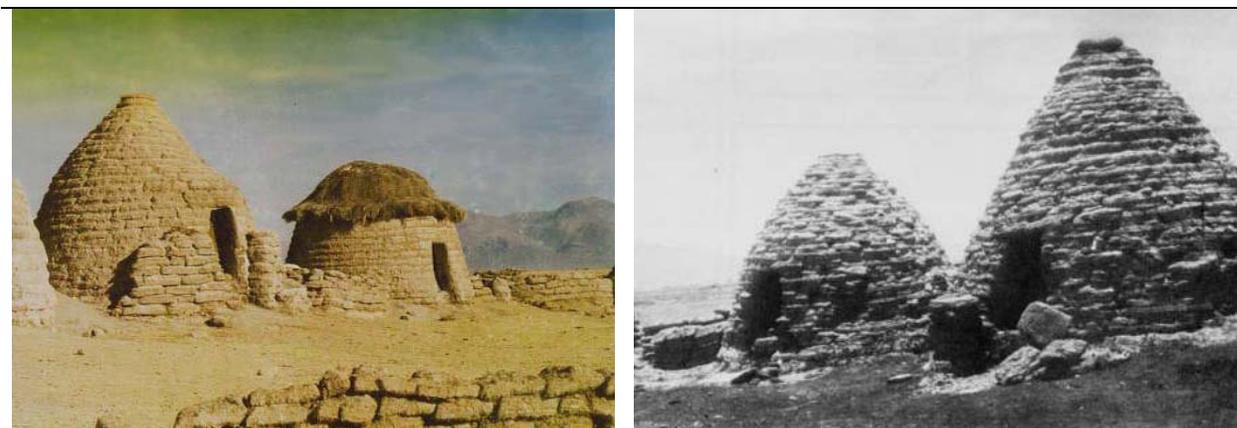


Fig. 50 Os Phutukus Chipayas (moradias rurais)

Fonte: Gisbert, 1993

O segundo tipo de moradia denomina-se *Wallichí Koya*¹⁰, que se diferencia da anterior somente no material da cobertura, esta é construída de palha sustentada por arcos de *Th'ola*¹¹ amarradas por cordas vegetais ou couro de animais. Assim também podemos indicar que cada um dos materiais empregados na construção (troncos de *queñua*, *quiswuara* ou *th'ola*, pedras, terra, *titora*, palha, etc...) é colhido do seu habitat, ou seja, do seu meio circundante imediato. Observe, os exemplos na figura 51:

⁹ Tepe, porção de terra com grama, extraída em tamanhos 30x20x15cm para a elaboração de paredes.

¹⁰ Wallichí Koya, nome da moradia cônica com a cobertura de palha no dialeto Uru-Chipayá.

¹¹ Th'ola, (*Braccharis dracunculifolia*) arbusto que cresce abundantemente na zona altiplánica.

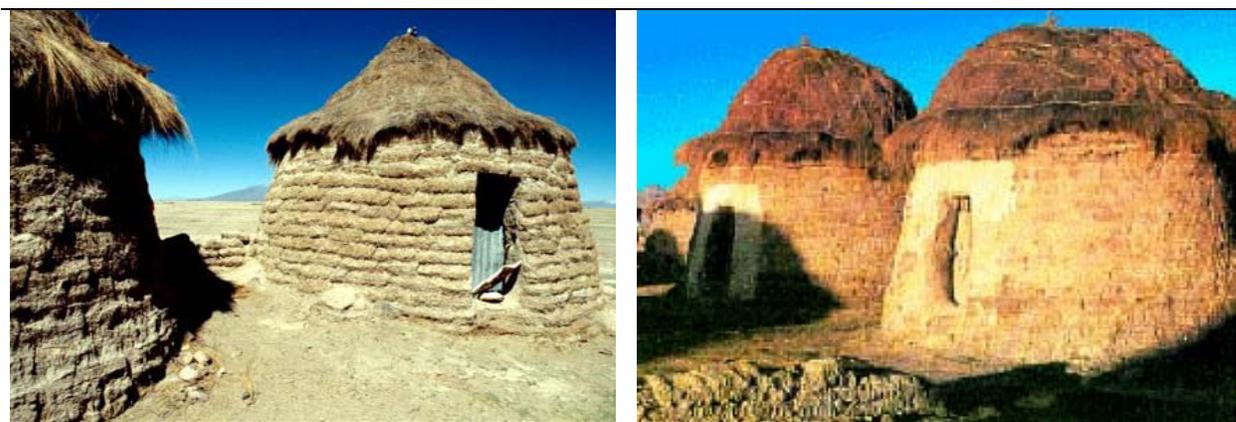


Fig. 51 As Wallichí Koyas Chipayas (moradias urbanas)

Fonte: www.bolivie.org

Callisaya et al (2003) indica que o material mais comum para a construção das paredes das moradias Chipaya é o *tepe* ou a *ch'ampa*, embora o adobe seja também utilizado. Uma solução para as coberturas é a utilização da *th'ola*, a *paja brava*¹² e outros materiais próprios da região. Os componentes mais relevantes na construção Chipaya resumi-se na figura 52.



- 1.- tepes ou adobes para as paredes
- 2.- th'ola de ramos grandes para sustentar a coberta
- 3.- paja brava para trançar cordas e amarrar a th'ola
- 4.- madeira de cacto para a porta
- 5.- argila para rebocar

Fig. 52 Componentes construtivos da moradia Chipaya

Fonte: De La Zerda (apud Hennings, ca. 2000)

Segundo Hennings (ca. 2000), o processo de edificação destas singulares moradias corresponde aos seguintes itens:

- 1) **Seleção de material para as paredes:** os *tepes* são os primeiros a serem escolhidos, com um único critério: ter uma boa grama, de raízes grossas e amadurecidas, para garantir a durabilidade; e em seguida, procede-se à extração, o traslado e o empilhamento dos *tepes* até que

¹² Paja brava, (*Festuca orthophyllia*) Planta herbácea utilizada para: construção, lenha.

estejam suficientemente secos para poder ser utilizados na construção. Finalmente, este processo pode demorar até dez dias.

- 2) **Processo de elevação da parede:** realiza-se a demarcação do perímetro circular com uma corda tensa delineando a base para colocar a primeira fileira de *tepes*. Estas não possuem fundações, porém realiza-se somente a compactação do solo para depois começar a construção da parede apoiada diretamente no solo. As paredes vão-se levantando por meio da técnica de *abóbada por avance* até uma altura de aproximadamente 2.20 m, sendo a última fila constituída por um bloco mais largo que funciona como base para a cobertura. Não se utiliza nenhum tipo de argamassa entre os blocos e sobre o vão da porta, coloca-se um roliço de madeira ou algum outro elemento qualquer que funcione como viga.

- 3) **Processo de construção da cobertura:** a estrutura portante é armada com arcos ou nervos de *th'ola*, unindo ramagens as quais se amarram com cordas vegetais de *paja brava* trançadas com couro de animais. Cada um dos arcos é fixado na parede e amarrados uns aos outros nas interseções. Em cima destas, coloca-se uma camada de barro e de palha denominada no dialeto Chipaya, como *wara*. Esta é fabricada previamente no chão em forma circular e logo em seguida, erguida - já cortada em trapézio formes -, para ser colocada na parte de cima da cobertura, com a camada já sobre a estrutura, cobre-se com uma outra camada, agora de *paja brava* em cima da mesma, a fim de proteger contra a água da chuva. Finalmente, é confeccionada uma espécie de *goho* feito com cordas trançadas de palha como precaução contra os fortes ventos que vêm da costa do oceano Pacífico já que são os mais fortes.

- 4) **Acabamento das paredes:** para evitar que a chuva ou o vento penetrem pelas juntas que ficaram entre os blocos, as paredes recebem

rebocos de argila, tarefa que se realiza manualmente, sem a ajuda de ferramenta.

- 5) **Sobre o piso:** é interessante o fato de eles construírem suas casas sobre uma plataforma de 30 centímetros acima do nível do solo; e também, o vão da porta apresenta 10 centímetros acima da plataforma, para evitar a entrada da água em caso de inundações. A altura total da porta é de no máximo 1.20 metros. Portanto é preciso abaixar-se para entrar pela porta da moradia. A razão desta pequena porta é também evitar o esfriamento da moradia em seu interior.

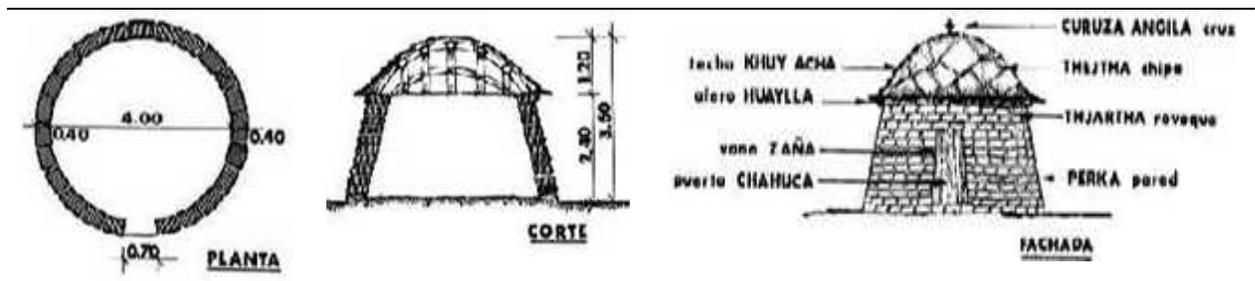


Fig. 53 Descrição da moradia Chipaya

Fonte: De La Zerda (apud Hennings ca. 2000)

O que se pode concluir é que a necessidade de refugia-se contra os rigores do clima polarizado entre o frio extremo do *altiplano* e o calor de um deserto somando-se aos ventos frios do Pacífico, resultaram um desafio para estes povoadores. Os mesmos que com simplicidade obtiveram respostas às necessidades básicas dos seus moradores, já que este espaço cria um micro clima apropriado que ameniza as condições ambientais externas para melhorar suas condições de vida. Reforçaremos, aqui, as estratégias de intuito bioclimático utilizadas nas moradias Chipaya:

- A forma circular cônica destas construções se assemelha aos *iglus*, portanto consideram-se os mesmos princípios. A forma cônica concentra e conserva o calor gerado no interior. Também, permite expor uma área menor ao contato com o vento frio evitando assim, a perda de calor por convecção.
- Um único vão de proporções reduzidas que é utilizado como entrada, apresenta uma orientação a leste, para aproveitar a entrada do sol ao

interior da moradia, desde as primeiras horas do dia. Esta mesma orientação bloqueia a entrada ventos frios predominantes da região oeste, evitando a entrada das correntes de ar frio.

- As paredes construídas de terra possuem maior inércia térmica adequada para regiões com amplitudes térmicas como as do *altiplano*. As paredes possuem um reboco de argila, tanto interna como externamente, o que permite a sua impermeabilização evitando que o frio se filtre através das juntas.
- No interior da moradia, o fogão cumpre duas funções: durante o dia, serve para cozinhar seus alimentos; durante a noite, a brasa aquecerá o interior e o tornará confortável em relação às baixas temperaturas externas.

2.6.3 Bolívia: Arquitetura Vernácula e Clima

Após a conquista da América, muitos dos processos construtivos mantiveram-se nas populações rurais de todo o território boliviano; este conhecimento estava inerente na vivência e nos costumes dos habitantes originários, perdurando até os nossos dias e levando consigo estas técnicas que foram transmitidas de pais para filhos.

Segundo o último censo do ano 2001 realizado pelo Instituto Nacional de Estatística da Bolívia (INE, 2001), 49,9% da população total da Bolívia é de indígena e deste total, mais da metade vive na área rural. Por isso, é possível ainda encontrar vários exemplos de arquitetura *vernácula* em diversas regiões rurais. Observando-se a fácil adequação ao clima da zona onde estas arquiteturas estão inseridas.

Ao contrário do pensamento contemporâneo que diz que qualquer edificação pode prescindir ao clima onde este situado, já que se conta com meios técnicos que podem solucionar seus problemas de controle ambiental. É interessante observar que os construtores primitivos e os das culturas atuais com os mínimos recursos técnicos, não podiam e nem podem tomar essa atitude, por isso as suas edificações mantêm uma estreita relação com o clima que os rodeia (SERRA & COCH, 1995).

Neste sentido, os povos mostram o aproveitamento máximo dos poucos recursos que eles têm; para fazer do seu lar, um lugar confortável termicamente, mostrando sempre que existe um diálogo coerente com a localização e o meio.

Região Atiplanica

Nas regiões onde se apresenta uma amplitude térmica grande entre o dia e a noite, o importante é manter o calor no interior da moradia, o que implica praticar o máximo aproveitamento da radiação solar. (SERRA & COCH, 1995)

Uma das estratégias inerentes dos construtores *altiplánicos* é a inércia térmica. Este sistema permite a acumulação de energia nas paredes durante as horas de sol, para que posteriormente, esta seja conduzida ao interior da construção, por conta do atraso térmico que possuem os principais materiais de construção desta região: o adobe e a pedra.

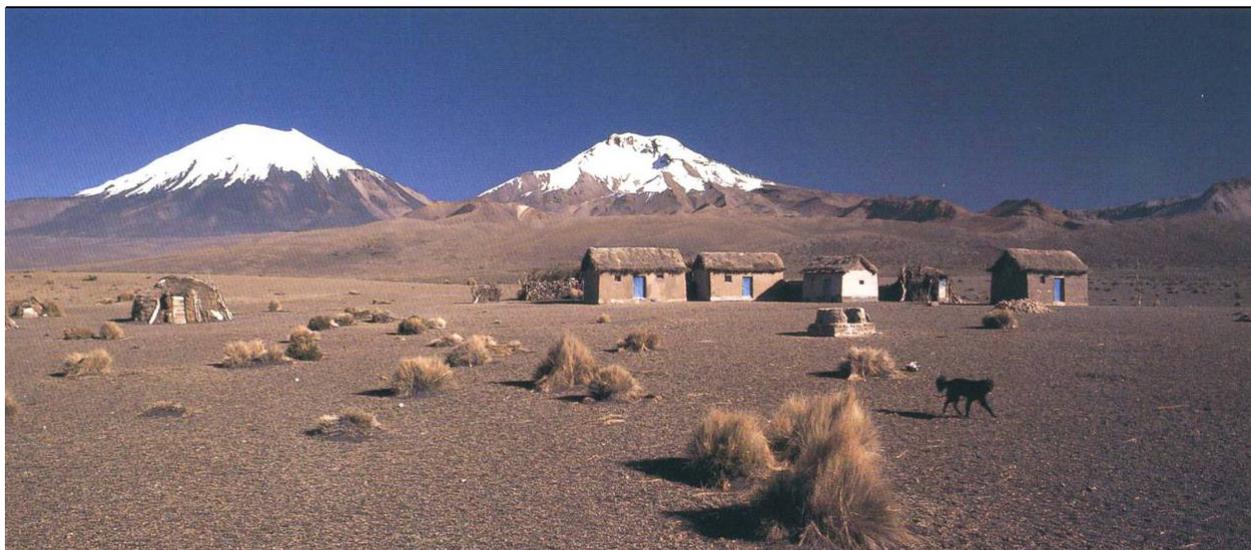


Fig. 54 Paisagem característica do *altiplano*

Fonte: Kenning, 2003

Outra estratégia interessante é a utilização da cozinha como elemento de calefação interna; muito utilizado nas regiões mais frias. Também é característica nestas edificações, a redução do tamanho dos seus vãos e inclusive a ausência deles

em alguns casos. Os vãos de entrada são orientados de maneira que evitam os ventos predominantes que nos climas frios, consideram-se não desejados.

O fato de a cobertura ser o meio pelo qual se registram as maiores perdas de calor, o construtor altioplánico utiliza um sistema construtivo que funciona como elemento isolante, a saber:

(1) uma estrutura composta de madeira que serve de elemento portante;

(2) ramagens distribuídas que servem como base, sobre a qual, na maioria dos casos, coloca-se uma camada de barro e depois se vai cobrindo com camadas de palhas até conseguir um isolamento completo.

Região dos Valles

Estas regiões são intermediárias entre as frias e as quentes; o que significa que termicamente é a mais amena. Embora ainda registrem-se amplitudes térmicas consideráveis nos meses frios.



Fig. 55 Paisagem característica dos vales

Fonte: Valdivia, 2005. Disponível em <www.es.trekearth.com/members/esvaldivia_98/>

Construtivamente, utilizam, principalmente, paredes de *adobe* e de *tapial* (*taipa*). Este último, em menor proporção, e ambos os materiais são termicamente

moderadores do clima pelas qualidades de inércia e retardamento, sendo ideais para estas regiões onde as condições não são extremas e permitem um favorável acondicionamento natural.

De maneira geral, estas qualidades são suficientes para poder moderar naturalmente o ambiente térmico interno. Em razão disso, nestas regiões o fogão é localizado fora da moradia, já que raramente precisa-se de aquecimento artificial. Pode-se mencionar também, que a roupa é um fator importante de isolamento térmico, pois ajuda a enfrentar as baixas temperaturas no inverno. As coberturas também conservam a tipologia e os materiais básicos utilizados nas zonas frias, como: a madeira, a palha e o barro.

Região dos Llanos

Nas regiões de clima quente úmido, onde a amplitude de temperatura não apresenta grande diferença, a principal estratégia a ser utilizada é a de ventilação, a fim de dissipar o calor e reduzir este efeito com o movimento do ar nos espaços interiores. (MASCARÓ, 1983)



Fig. 56 Paisagem característica das planícies

Fonte: Valdivia, 2006. Disponível em <www.es.treearth.com/members/esvaldivia_98/>

Em razão disso é que estas construções têm grandes aberturas, e inclusive podem até prescindir das paredes e, quando estas existem, são permeáveis à passagem do ar, já que são constituídas por madeiras ou canas ocas, sem a preocupação de juntá-las com uma grande precisão, a fim de não formar uma barreira contra o vento.

Nestas regiões, uma outra estratégia é a concepção de paredes leves e de baixa inércia térmica. Estas paredes são construídas com vigas e colunas de madeira que funcionam como estruturas portantes. E entre estas colunas são colocadas canas ocas e em seguida são cobertas por uma camada fina de barro (SOBOCE, 1997).

É muito comum ver que a disposição das moradias tem a preocupação de não estar uma do lado de outra. Pelo contrário, a preocupação é deixar um espaço mínimo entre elas para permitir a passagem livre do vento.

Segundo Serra & Coch (1985), nestes climas os materiais da cobertura são leves, a fim de armazenar calor e permitir certa “respiração” evitando a condensação e a retenção do ar no ambiente. Nota-se que as coberturas são construídas de folhas entrelaçadas da palmeira de *motacú* e outras plantas típicas da região.

È característico também que as coberturas apresentem maior inclinação que às observadas em outras zonas (frias e temperadas). Esta inclinação não é por acaso, já que estas zonas têm regimes de chuvas mais freqüentes. Portanto, as coberturas respondem à necessidade de esvaziar as águas, além de cumprir a função primordial neste tipo de climas: proteger contra a radiação solar. Além de ser o único elemento que define o espaço residencial destes povos.

2.7 Considerações sobre Dados Climatológicos

2.7.1 Registro temporal das Variáveis Climáticas

É importante para uma caracterização climática, contar com uma base de dados que apresente minimamente algumas considerações de qualidade, de quantidade e de registro temporal.

Sobre o assunto, Centella et al (1998, p. 6), menciona: “um dos requerimentos básicos na criação dos cenários climáticos, é a preparação da referência ou da linha base climática. Esta referência deve ser elaborada de forma que permita tipificar as condições climáticas médias recentes na área de interesse”.

Para obter uma caracterização razoável, existe um consenso que indica um período básico de registro de 30 anos, para calcular com significação estatística, distribuições de freqüência de diferentes variáveis. O emprego deste ‘record’ temporal segue as normas da Organização Meteorológica Mundial / WMO (CENTELLA et al, 1998)

Se fizermos uma analogia entre os países Latino-Americanos, no se refere à realidade dos registros dos dados meteorológicos, é possível observar que todos apresentam limitações especialmente na adequação da resolução espacial, da diversidade de variáveis e das séries temporais de duração aceitável.

Portanto, é freqüente que muitos dos países, não disponham dos dados contidos dentro dos parâmetros de tempo exigidos pela Norma acima mencionada, devido a diversas causas, como: verbas para a implementação de novos instrumentos, controle e manutenção dos equipamentos e profissionais especializados, etc. Alguns autores como Czajkowski (1992) comenta a possibilidade de trabalhar com registros dos dez últimos anos, podendo obter resultados até aceitáveis. Finalmente, há situações nas quais poderão ser utilizados o ‘record’ disponível, caso não se tenha registros dentro dos parâmetros mencionados.

2.7.1.1 Variáveis de interesse Bioclimático

A disponibilidade dos registros climáticos em números e da multiplicidade das variáveis que precisam de alguns índices ou diagramas bioclimáticos desenvolvidos na última década, apresenta-se escassos também, em países em desenvolvimento. Diante desta limitação Morillón (2003) assinala que é possível o uso dos índices sofisticados com informações simples, sendo o suficiente para a aplicação de cartas bioclimáticas, os dados de temperatura e de umidade.

Mascaró (1983) indica que “o critério de distinção dos dados adequados fundamenta-se na necessidade de obtenção de um quadro das condições climatológicas que se possa esperar nas diferentes estações do ano”.

Nesse sentido, as variáveis mais importantes para o desenvolvimento de uma regionalização bioclimática são: as temperaturas médias mensais mínimas, as máximas e a umidade relativa como as principais variáveis, para projetar uma perspectiva dos rigores climáticos. Assim a nebulosidade, a pluviosidade, a pressão atmosférica, a velocidade e a direção do vento passam a completar as variáveis de interesse bioclimático.

2.7.1.2 Disponibilidade das Variáveis

A meteorologia serve a diferentes áreas do conhecimento, dentro destas são atendidas, principalmente, a agricultura e a aviação. Talvez, por isso, as estações meteorológicas às vezes estão localizadas em lugares não povoados (IZARD, 1983). Em consequência disto, a distribuição espacial destas estações apresenta-se irregular e escassa na maioria dos territórios abordados.

Embora as estações acolham a observação de múltiplos dados, pode-se dizer que estas apresentam divergências nos períodos de observação temporal e também, nos tipos de variáveis registradas conforme a finalidade ou o setor a qual estão servindo.

Por exemplo, no território boliviano, a agricultura seria a primeira a receber atendimento. Porém, a variável pluviosidade é a que apresenta a maior porcentagem de estações ao registrar esses tipos de dados, já a temperatura e a umidade recebem menor número de estações. Finalmente, a nebulosidade é registrada somente nos aeroportos das principais cidades.

2.7.1.3 Padronização das Variáveis

A origem das variáveis geralmente é diversa. Portanto é importante aplicar uma padronização de alguns dos parâmetros. Lobo (2004) aponta como uma primeira medida a importância de se verificar as unidades nas quais são reportados os dados meteorológicos e a possibilidade de fazer as respectivas conversões, caso sejam necessárias.

Além desta primeira medida, o autor sugere indicar os fatores complementares que afetam estas variáveis: a) localização da estação, em termos de latitude e longitude (norte ou sul) expressas em graus sexagesimais; b) especificar a altura acima do nível do mar em metros.

2.7.1.4 Hierarquia segundo a origem e registro temporal das Variáveis

Os dados podem ser considerados como confiáveis ou não, dependendo da fonte. Conseqüentemente será necessário tratá-los no momento da sua inclusão na construção da base de dados. Portanto, se provenientes diretamente da instituição encarregada de compilar estes dados e publicá-los, poderão ser considerados como dados de primeira mão, e se contrariamente, vierem de uma fonte externa ou de terceiros, será considerada secundária.

De acordo com o tempo de observação das variáveis climáticas, estas são classificadas em:

[ideal] fontes com registros de 30 anos;

[aceitável] fontes com registros de 10 anos;

[pouco confiável] fontes com registros menos de 10 anos.

2.8 Estimativa de Dados: Procedimentos

2.8.1 Interpolação

O conceito de interpolação espacial pode ser definido segundo Sarría (2006) como a estimativa dos valores que determina uma variável 'Z' em um conjunto de pontos definidos por um par de coordenadas (X,Y), baseado nos valores 'Z' medidos em uma amostra de pontos situados na mesma área de estudo.

Assim, exemplificando, se podem estimar os valores de temperatura em regiões onde não existam dados medidos, a partir dos dados dos observatórios meteorológicos inseridos na área de estudo. É possível também dentro deste processo, a utilização de uma variável de apoio 'V' da qual se conhece a sua variação espacial. Uma variável freqüente para este caso é a altura sobre o nível do mar, já que esta influi na temperatura.

De maneira geral, os processos para realizar uma estimativa são embasados na utilização de dados medidos pontuais (variáveis climáticas) ou isolíneas (isotermas, isoietas). A maioria destes processos se apóia na presunção lógica de que existe uma correlação espacial entre pontos próximos.

2.8.1.1 A organização espacial para uma interpolação a partir de pontos

Em relação à localização dos pontos de amostragem (pontos medidos) podem acontecer diversas situações de organização, atendendo a dois fatores:

- a) quando se pode decidir ou não a sua localização;
- b) quando se pode aumentar o tamanho da amostragem (número de pontos medidos).

Dependendo do tipo de estudo, as variáveis podem ser factíveis de aumentar em número os pontos medidos. Por exemplo, em estudos de solos que permitem recolher mais amostras ou decidir a distribuição espacial. No entanto, quando se trata de variáveis climáticas destinadas a uma caracterização bioambiental, esta possibilidade é mais restrita, porque a localização dos pontos da amostragem (estações

meteorológicas) já foi definida há bastante tempo. O que torna impossível aumentar o número da amostragem. Contudo, a finalidade de organizar a amostragem em função da localização apresenta os seguintes modelos de organização das amostras:

Disposição regular - os pontos de amostragem se dispõem seguindo uma malha regular. Observe a figura 57a.

Disposição aleatória - os pontos de amostragem se dispõem aleatoriamente. Ilustrado na figura 57b.

Disposição estratificada - quando utiliza uma variável de apoio para realizar a amostragem, em função desta pode-se colher todos os valores possíveis. Na figura 57c, as variáveis de apoio seriam os diferentes departamentos da Bolívia. A amostragem é feita de modo que se tomem dois pontos de maneira aleatória dentro de cada departamento.

Disposição por agregados - neste caso, estabelecem-se várias escalas de amostragem, em cada uma delas são feitas tomadas de amostras regulares ou aleatórias. Na figura 57d, observam-se três escalas:

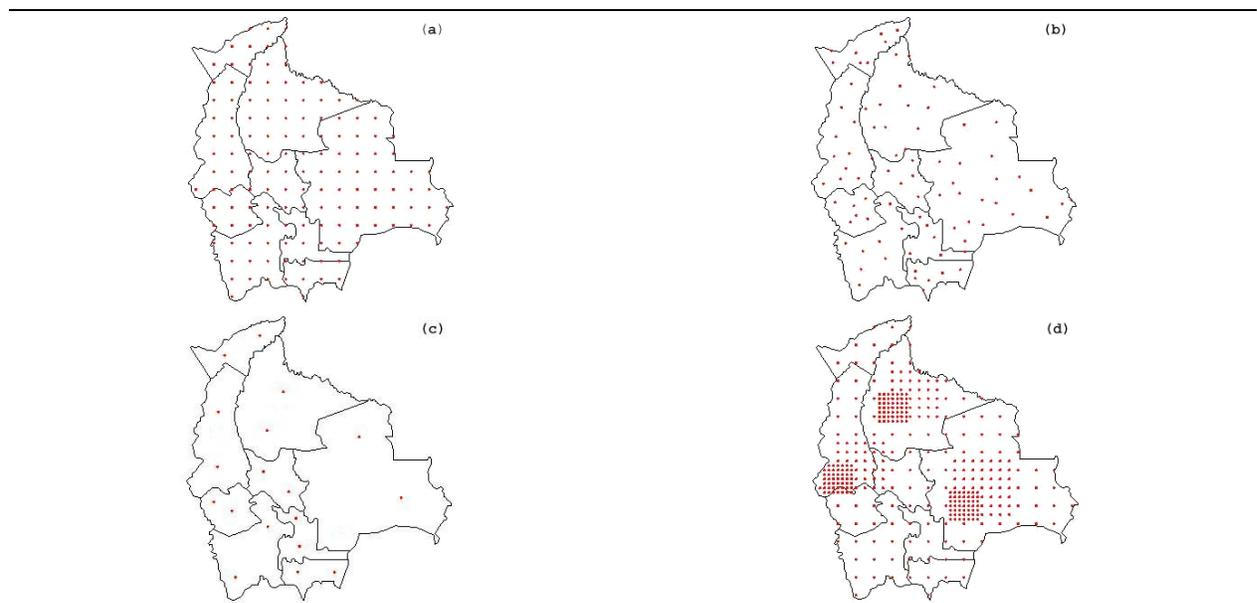


Fig. 57 Métodos de amostragem, a) regular, b) aleatório, c) estratificada d) por agregados

Fonte: Modificado a partir de Sarría, 2006, p. 111

Dependendo da finalidade do estudo, a possibilidade de utilizar-se um ou mais métodos de amostragem é válida. Os dois primeiros exemplos ‘a’ e ‘b’ têm a virtude de serem adequados para regiões onde não se conhece nada a respeito da estrutura de variação. No entanto, a amostragem regular pode dar problemas se a variável apresenta um comportamento rítmico. Assim, também a disposição de pontos aleatórios pode deixar áreas extensas sem amostra (SARRÍA, 2006).

O método estratificado é útil quando se tem uma variável de apoio fácil de medir ou de observar, que seja conhecida a sua influência sobre a variável, que se quer interpolar; de maneira que a área possa ser dividida em função à variável de apoio. Finalmente, a *amostragem por agregados* pode ser utilizada quando o interesse principal não é a realização de um mapa geral e homogêneo, mas sim, dentro de um âmbito global, destacar algumas áreas de maior importância ou de interesse.

2.8.1.2 Métodos de Interpolação a partir de pontos

Quando a interpolação desenvolve-se a partir de pontos medidos, reconhecem-se dois denominativos para os métodos: os globais e os locais. Os globais utilizam toda a amostra para estimar o valor em cada ponto novo. Assumindo a dependência da variável, que se quer interpolar, de outras variáveis de apoio. No caso dos métodos locais se utilizam somente os pontos mais próximos ao ponto de interpolação para estimar a variável ‘Z’.

Tabela 9 Classificação de diferentes métodos de interpolação espacial

Método	Global/Local
Classificação	Global
Superfícies de tendência	Global
Modelos de regressão	Global com refinamento local
Polígonos de Thiessen	Local
Interpolação lineal	Local
Inverso da distância e médias móveis	Local
Splines	Local
Kriging	Local, mais com um variograma global
Simulação condicional	Local, mais com um variograma global

Fonte: Sistematizado a partir de Goodchild, M.F. & Kemp, K.K., 1990

2.8.2 Métodos Globais

2.8.2.1 Método de Regressão

Este indica uma análise de regressão prévia, a partir da qual se gera um modelo de interpolação de tipo polinômico. Geralmente, se utilizam 'X' e 'Y' (longitude e latitude) como variáveis de apoio. Já que não necessitam de nenhuma medição é também utilizada uma variável quantitativa 'V' espacialmente distribuída. Um exemplo habitual de apoio é a altitude ou também podem ser outras variáveis topográficas derivadas, utilizadas amplamente por sua facilidade de medida e de relação com quase todos os elementos climáticos ambientais (MIRANDA & CONDAL, 2003). Ver figura 58

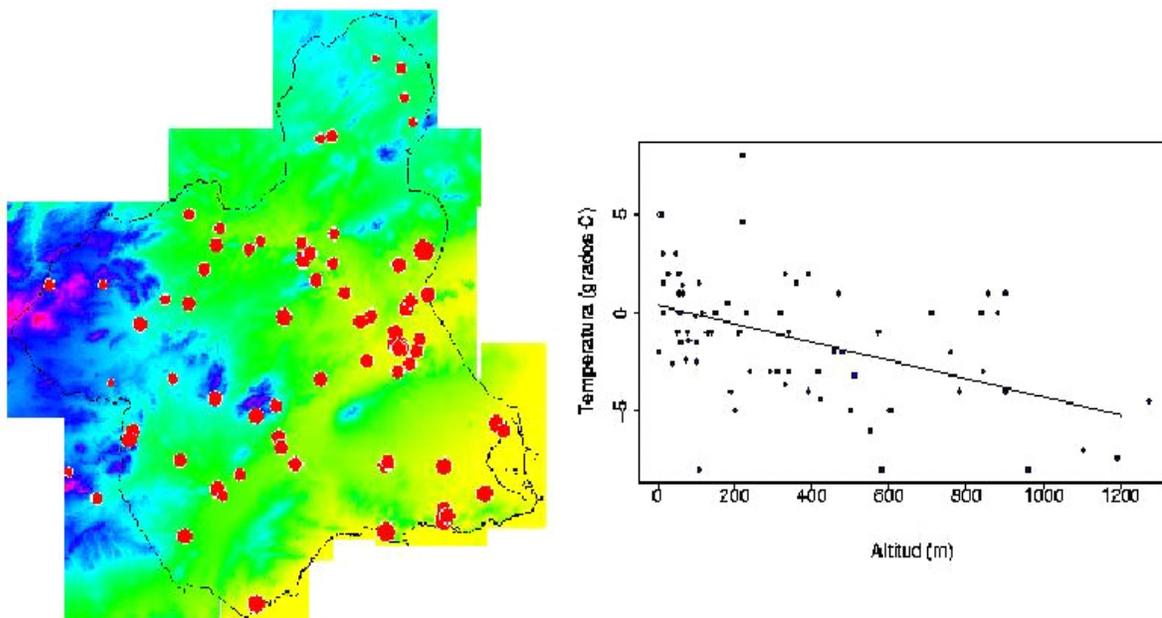


Fig. 58 Interpolação de temperatura por regressão com base na altura

Fonte: Sarría, 2006 p. 21

Segundo Sarría (2006), não é recomendável utilizar polinômio de grau maior a do que três, pois apesar de ter um ajuste cada vez maior, são cada vez mais sensíveis aos valores extremos, porém qualquer erro nos dados poderia gerar distorções consideráveis no resultado final.

A principal vantagem da estimativa estatística é de usar um registro amplo de médias de dados (em tempo) ao longo de décadas. Entretanto, precisa-se uma extensa

série de dados coincidentes. Os resultados são mais difíceis, quando se quer obter uma série de dados reais e precisos sobre oceanos, desertos, etc., por não se entender muito bem os processos físicos-geográficos, por isso esses resultados podem não ser considerados.

2.8.3 Métodos Locais

2.8.3.1 Método da Média Aritmética

Consiste em calcular a média dos dados climáticos pontuais de estações localizadas numa área geográfica determinada (PIZARRO et al, 2003). Esta estimativa pode ser utilizada para a interpolação de temperaturas ou alturas com bons resultados. A aplicação deste Método é simples; o que permite uma interpolação com razoável aproximação, nos diversos tipos de dados climáticos (RORIZ, 2002).

$$T_{med} = \sum_{i=1}^n T_i / n \quad \text{Eq. 3}$$

Onde:

- T_{med} = Temperatura média
- T_i = Temperatura da estação
- n = Numero de estações

Outra característica é a vantagem de não precisar maiores informações para a sua aplicação ao que as medições pontuais da variável climática em questão, dependendo do número de valores considerados, até uma planilha eletrônica é suficiente para a realização deste cálculo.

Pode-se anotar como desvantagem deste procedimento o fato de não considerar as características anexas que podem influir nas variáveis procuradas. Estas características referem-se aos cordões montanhosos, a proximidade a oceanos, as condições atmosféricas predominantes, etc. (LOBO et al, 2004; SARRÍA 2006). Para melhorar o desempenho deste procedimento é apontado também, que uma base de dados ampla pode melhorar os resultados obtidos.

2.8.3.2 Métodos baseados na Média Ponderada

Com um procedimento similar ao da média aritmética, mas com a diferença de que neste último, adiciona-se um fator de ponderação, este método considera dois aspectos:

(1) o primeiro - indica que se parte da hipótese de que o valor de cada ponto é a média ponderada dos valores dos pontos conhecidos;

(2) o segundo - considerar que a influência relativa do valor de cada ponto conhecido, é inversamente proporcional a alguma potência da distância entre este e o ponto cujo valor pretende-se determinar (RORIZ, 2002).

$$A_j = \frac{\sum (A_i * D_i^{-n})}{\sum D_i^{-n}} \quad \text{Eq. 4}$$

Donde:

A_j = Altitude do ponto j

A_i = Altitude do ponto i

D_i = Distancia entre os pontos j e i

n = Potência à qual será elevado o inverso da distância

Então é o fator de ponderação que faz que se apresentem distintos valores conforme se atribua um valor a 'n', quando este valor aproxima-se de zero a influência da distância é anulada e os pontos interpolados vão assumindo o valor da média dos pontos fixos (medidos).

Já quando o valor de 'n' é maior que 2 esta influência dos pontos medidos vai diminuindo, quando o valor é 4 é a influência dos pontos próximos que começa a acentuar-se recebendo uma influência bastante forte dos pontos mais próximos, que ao considerar uma série ou variedade de pontos de estimativa pode formar agrupamentos concêntricos dos valores estimados em torno às estações. A seguir, o exemplo na figura 59:

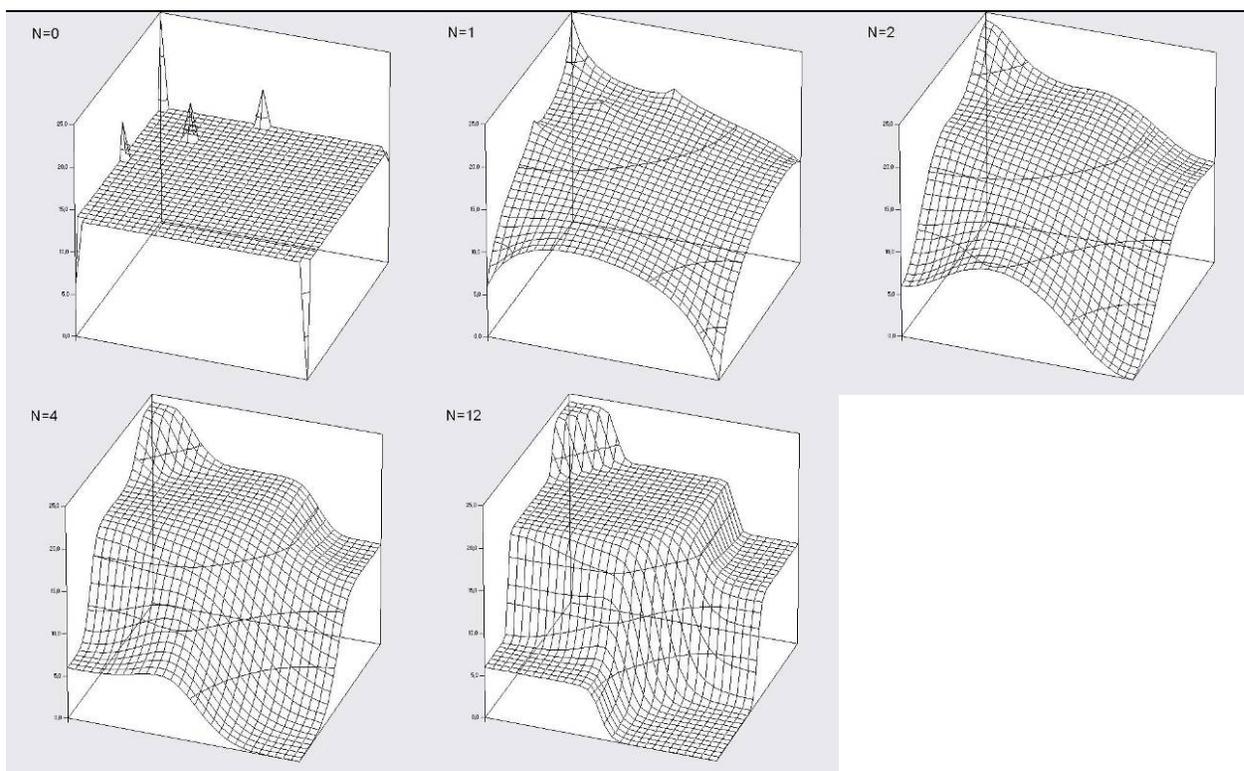


Fig. 59 Valores estimados para diferentes pesos de 'n'

Fonte: própria

Este método divide a área de trabalho em celas, considerando que o valor da variável dentro de uma cela sem medida é uma função do valor das celas próximas medidas e do inverso da distância que as separa, elevada ao quadrado. Segundo Pizarro et al (2003) este método também se caracteriza por ter uma fácil utilização em um Sistema de Informação Geográfica (S.I.G.)

2.8.3.3 Método de Thiessen

Este método tenta atribuir uma ponderação de representatividade em função da superfície a cada ponto (valor conhecido) inserido na área de estudo. Então ao ponderar cada ponto a uma superfície determinada distinta uma de outra, pretende hipoteticamente obter resultados mais precisos que o modelo da média aritmética, mas da mesma forma que neste ultimo, é também de muita importância a distribuição e quantidade de pontos de medição por unidade de superfície (LOBO et al, 2004).

$$Tmj = (\sum_{i=1}^n Si * Tij) / (\sum_{i=1}^n Si)$$

Eq. 5

Donde:

Tmj = Valor médio da área de estudo

Si = Superfície de influência

Tij = Valor médio da estação

Este procedimento não apresenta grandes complicações nem requer mais dados do que os da variável climática com a que se está trabalhando. Para sua execução precisam-se localizar os pontos em um plano cartográfico os quais devem ser unidos através de linhas retas, para posteriormente traçar as mediatrizes a cada uma das retas, estas em conjunto com o limite da área de estudo, definem a superfície da influência de cada ponto. A figura 60 mostra como a atribuição proporcional em função da superfície representa ao que parecer uma menor subjetividade que a média aritmética.

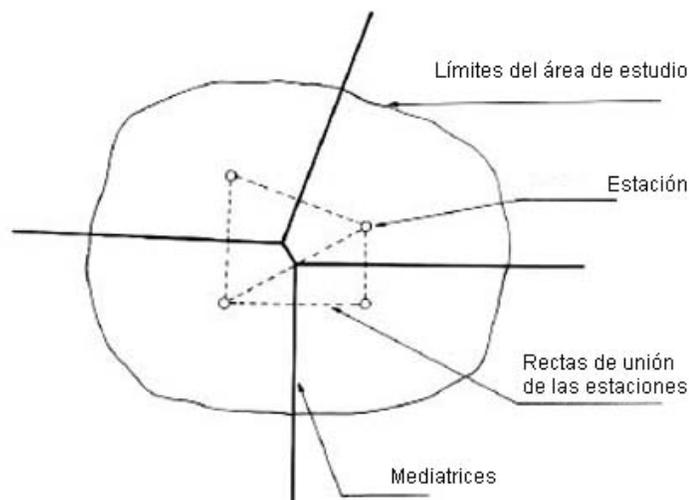


Fig. 60 Polígonos de Thiessen

Fonte: Lobo et al, 2004, p. 35

Entre as desvantagens do método destaca-se que somente considera o posicionamento das estações e uma superfície plana de influencia para cada uma, sem considerar as diferenças topográficas que se podem apresentar.

2.8.3.4 Método de interpolação de Redes Irregulares de Triângulos

Este procedimento baseia-se na geração de triângulos, a partir de valores pontuais nos vértices, buscando que estes venham maximizar a relação área perímetro. Então, a interpolação apóia-se em cada um dos três vértices dos triângulos que têm valores 'X', 'Y', e 'Z', a partir dos quais se pode obter um modelo de regressão que permite interpolar a variável 'Z' em qualquer ponto do triângulo.

$$Z = A + BX + CY$$

Eq. 6

Donde:

A, B y C = Coeficientes a determinar
X, Y = Coordenadas cartesianas

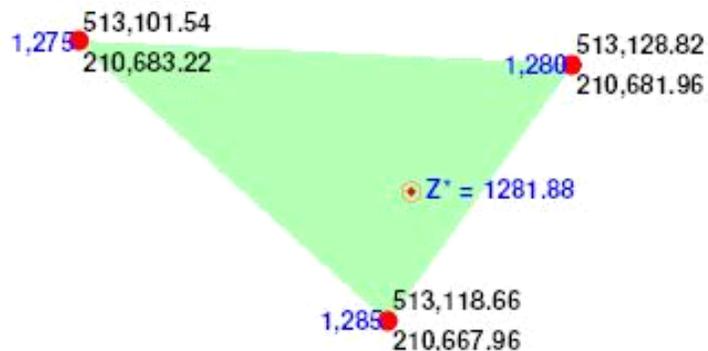


Fig. 61 Método de redes de triângulos irregulares

Fonte: Arce, 2001, p. 6

Uma das restrições deste método é a incapacidade de prever a existência de *topos* ou depressões locais (ARCE, 2001). E por isso que este método pode ser considerado semelhante ao método de média ponderada por inverso da distância, a saber:

- 1) o resultado estará sempre demarcado pelos valores máximo e mínimo de 'Z' nos vértices do triângulo;
- 2) o resultado será parecido com o vértice mais próximo.

Dos *métodos de interpolação a partir de pontos*, descritos na revisão bibliográfica, consideramos apenas o da Média Aritmética para a elaboração do mapeamento do território boliviano. O método classificado como local caracteriza-se por utilizar somente os pontos mais próximos da amostra, com a finalidade de determinar cada um dos pontos novos.

Uma justificativa para a escolha do Método acima é ressaltar que grande parte dos autores define este método como simples na hora de aplicá-lo e apontam também, que o desempenho aumenta proporcionalmente a quantidade de dados pontuais. Por exemplo, para determinar o zoneamento climático do Brasil foi utilizado o mesmo tipo de *Método de Interpolação a partir de pontos*. Com relação à densidade de pontos, no Brasil, utilizou-se como fonte 300 pontos e os resultados foram satisfatórios; no caso da Bolívia, se conta com uma base de dados de 72 pontos, o que em densidade de pontos é maior do que a utilizada para o zoneamento brasileiro, se considerarmos a área deste de 8,551 965 milhões de Km² em comparação com a de 1,098 581 milhão da Bolívia.

3 METODOLOGIA

3.1 Zoneamento Bioclimático para o Território Boliviano

3.1.1 Base de Dados Climáticos

Para estabelecer as zonas bioclimáticas do território boliviano, iniciou-se um levantamento sobre todas as informações climáticas de interesse bioclimático, do ponto de vista arquitetônico (temperaturas, umidades, pressão atmosférica, ventos, etc...). Como fontes principais foram utilizadas as normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). No decorrer deste trabalho, adicionamos à nossa base de dados outras fontes de informações climatológicas. Partimos do princípio de que o clima não reconhece as fronteiras territoriais, e para isso, consideramos também, os dados climáticos disponíveis dos países circundantes à Bolívia, entre eles: Brasil, Paraguai, Argentina, Chile e Peru. Para complementar a base, recorreremos às fontes de dados climáticos - disponíveis na internet - de instituições ligadas à pesquisa climática. A partir deste momento, tínhamos uma extensa base, porém com fontes de várias origens. Em consequência desta diversidade, procedemos da seguinte forma: primeiro foi necessário filtrar e compilar os dados, para em seguida padronizá-los.

A seguir, apresentamos as bases de dados utilizadas:

A) 1961-1990 Mean Monthly Climatology (0.5 Degree) - University of East Anglia - Climatic Research Unit - Norwich – England. Dados compilados das Normais Climatológicas (1961-1990) de todo o planeta, interpolados para resolução de 0.5 graus de latitude e longitude (ver figura 62).

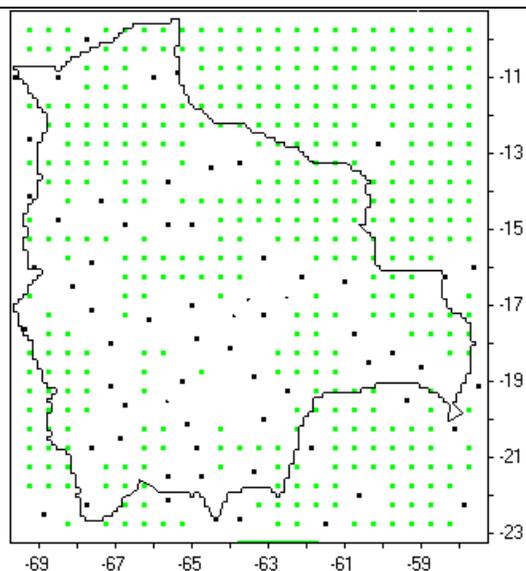


Fig. 62 Base UEA e dados medidos

B) Bathymetry Mundial (ETOPO5) - Banco de dados da Marinha dos Estados Unidos, com altitudes medidas a cada 5 minutos de latitude e longitude (ver figura 63).

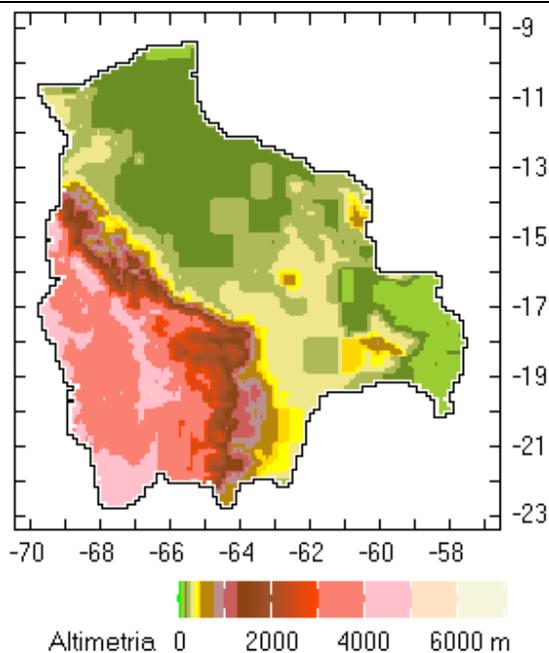


Fig. 63 Topografia da Bolívia (UEA-CRU)

Ambas (A e B) estão disponíveis em: <<http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk.>>

C) Dados medidos (Normais climatológicas) de Temperaturas e Umidades de 72 localidades bolivianas obtidas através do SENAMHI, dentro do período que vai de 1970 à 2004 (ver figura 64).

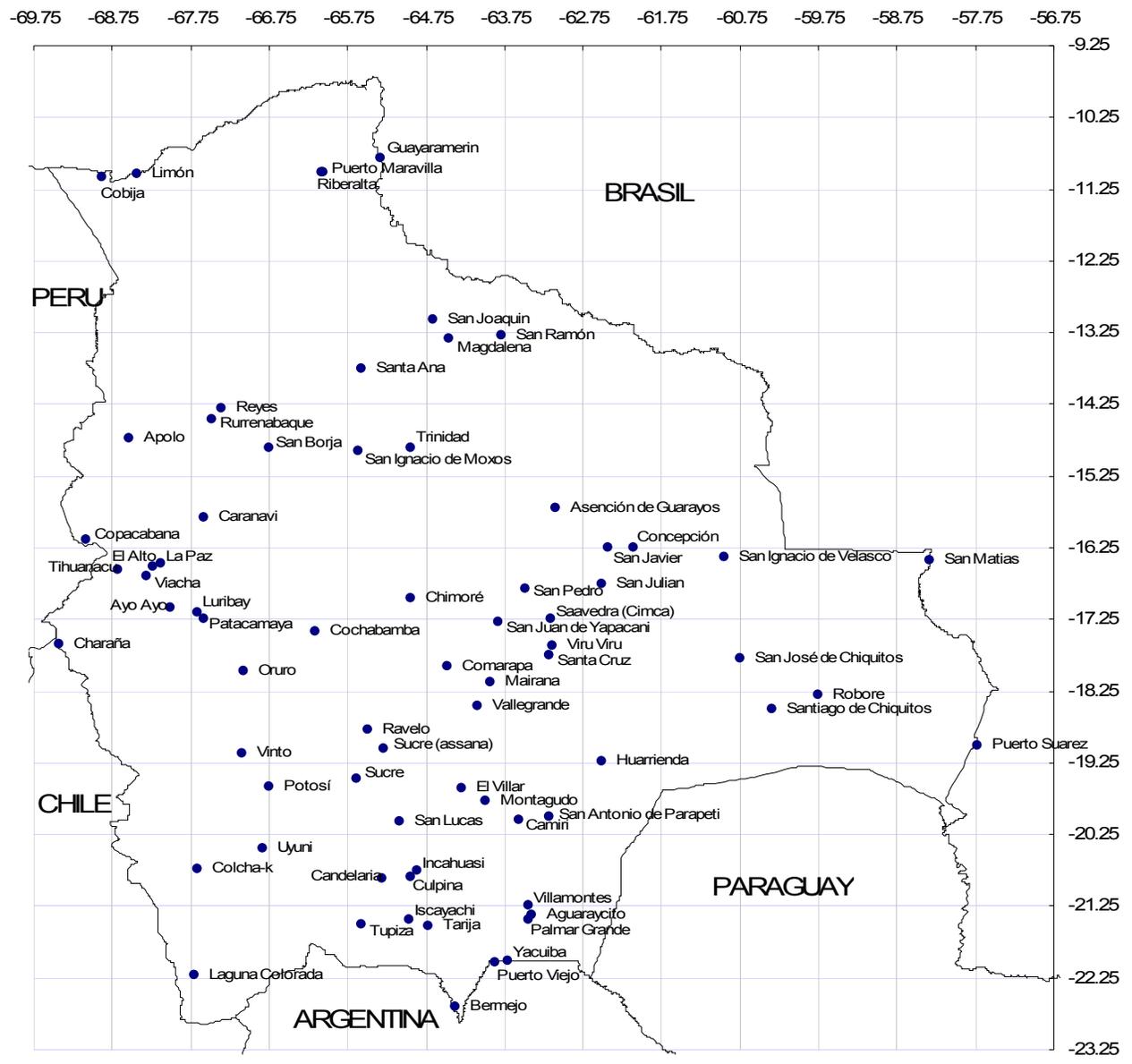


Fig. 64 Estações com dados medidos dentro do território Boliviano

C) Dados medidos (Normais climatológicas) de Temperaturas e Umidades de 18 estações de países vizinhos, como por exemplo, o Brasil, o Peru, o Chile, a Argentina e o Paraguai foram ilustradas na figura 65.

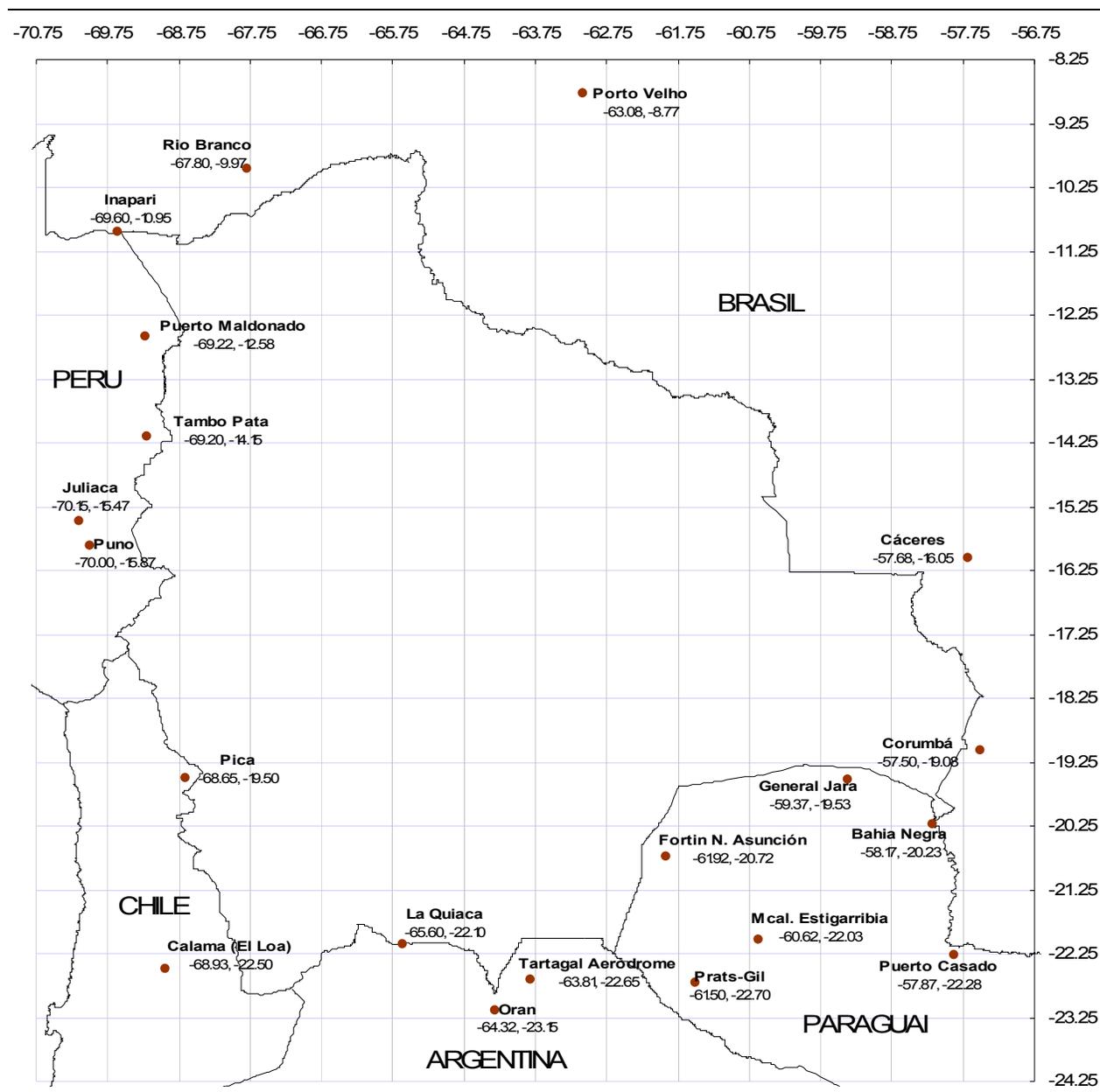


Fig. 65 Estações com dados medidos dos países vizinhos

3.1.2 Método de Interpolação adotado para a Classificação da Bolívia

A princípio, determinamos os limites físicos da área de intervenção, dentro da qual estaria inscrito o território boliviano. Para isto, consideramos a localização dos dados coletados, tanto dentro do território boliviano quanto dos países vizinhos, o que

finalmente determinou as margens próximas ao perímetro da Bolívia. Uma vez estabelecidos, estes limites obedeceram, os seguintes intervalos:

- em latitude Sul, o intervalo é de $-9,25^\circ$ a $-23,25^\circ$;
- em longitude Oeste, o intervalo é de $-56,75^\circ$ a $-69,75^\circ$.

A partir desta delimitação, estabeleceu-se uma malha de células quadradas, cuja resolução é de $0,125^\circ \times 0,125^\circ$, equivalente a 13 km de lado aproximadamente. Portanto, a malha compreenderá 105 colunas (longitudes) e 113 linhas (latitudes); totalizando 11865 células. Veja a configuração da malha, na figura 66:

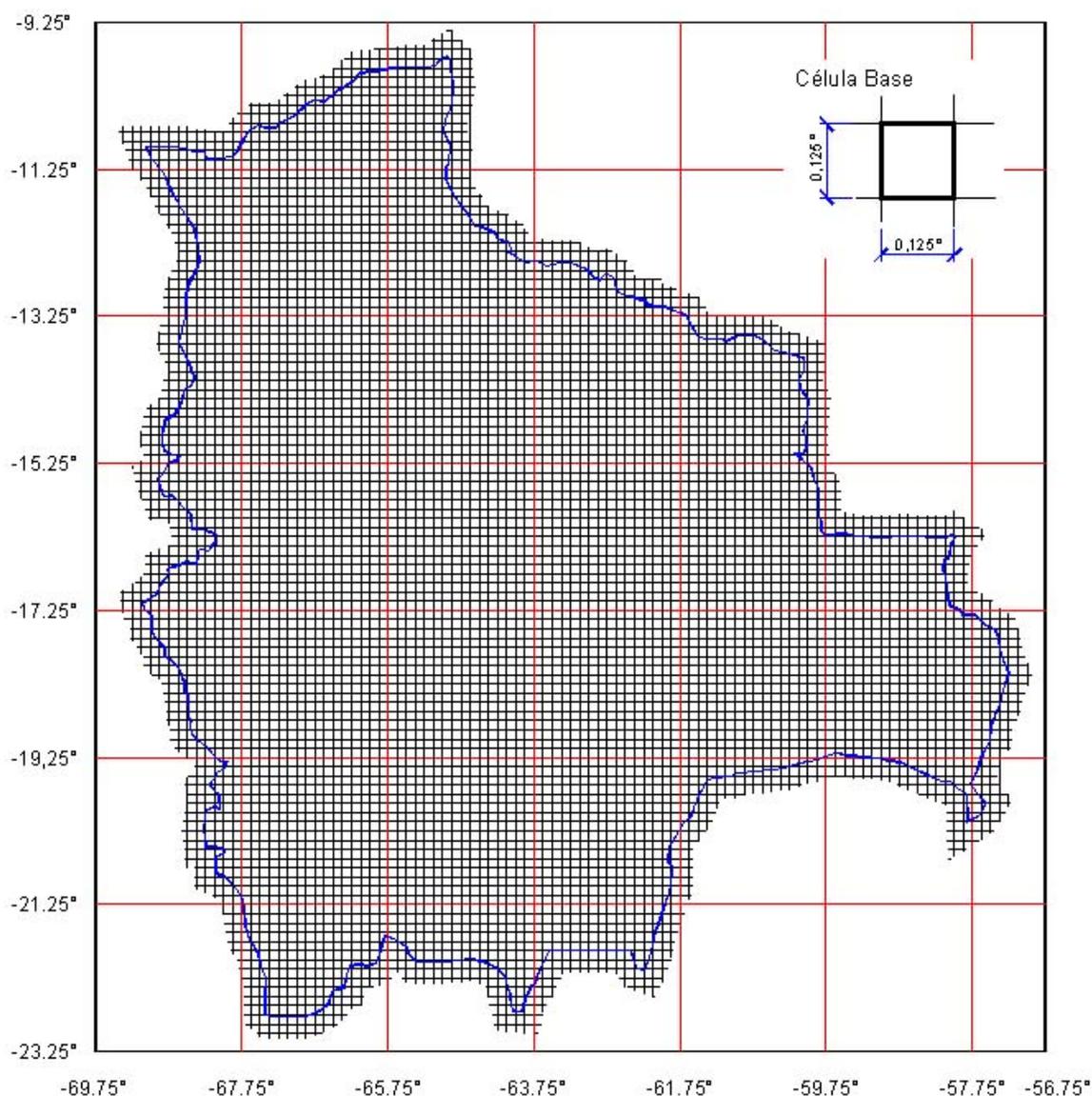
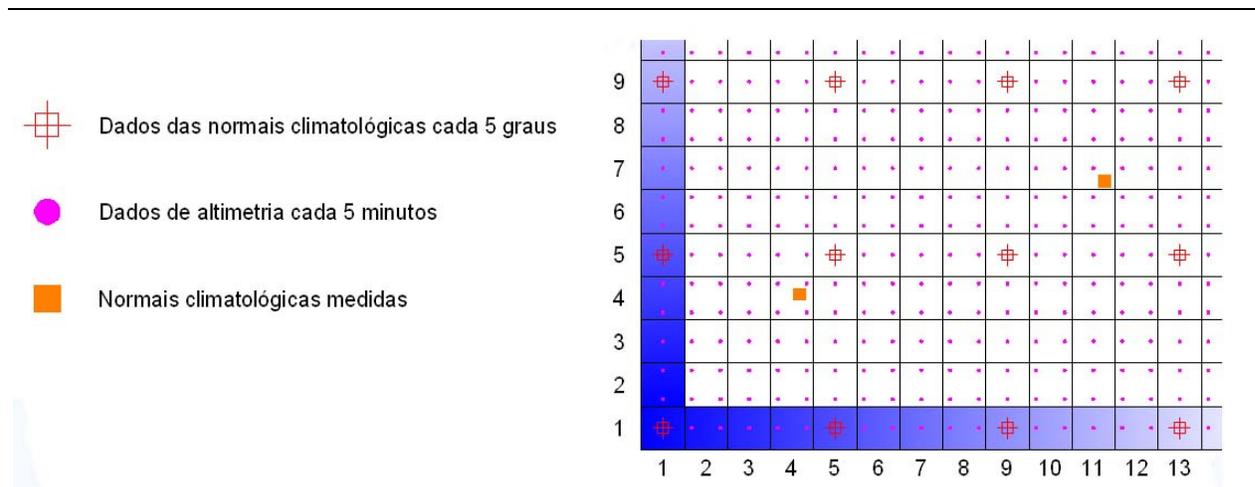


Fig. 66 Exemplo da malha estabelecida

Estabelecida a malha, prosseguimos a classificar cada uma das células pelo tipo de informação. As células foram classificadas em três categorias:

- 3) Células somente com dados de altitude;
- 4) Células com dados das normais climatológicas interpoladas a cada 5°;
- 5) Células com dados das normais climatológicas medidas.



Uma vez estabelecida a classificação de todas as células, interpolamos os dados. E, para isto, adotamos a metodologia de interpolação apresentada por Roriz (2002). Este processo segue duas etapas:

1ª. Etapa: calculam-se os valores das células do perímetro da malha por meio de uma *Interpolação Linear*, em função de outras células com valores já conhecidos, para isto, utilizamos os dados das normais climatológicas a cada 5° (UEA) e das normais climatológicas medidas. Ver figura 68a;

2ª. Etapa: uma vez obtidos os valores das células do perímetro da malha; continuamos a calcular os valores das células circunscritas a este. E, para isto, utilizamos outro processo de interpolação, conhecido como *Média Aritmética entre pontos vizinhos*, que determina o valor do ponto que será a média aritmética dos quatro pontos mais próximos, a saber: o ponto de cima, o de baixo, o da direita e o da esquerda (ver figura 68b). Após a utilização destes dois Métodos de Interpolação, obtivemos uma nova base de dados.

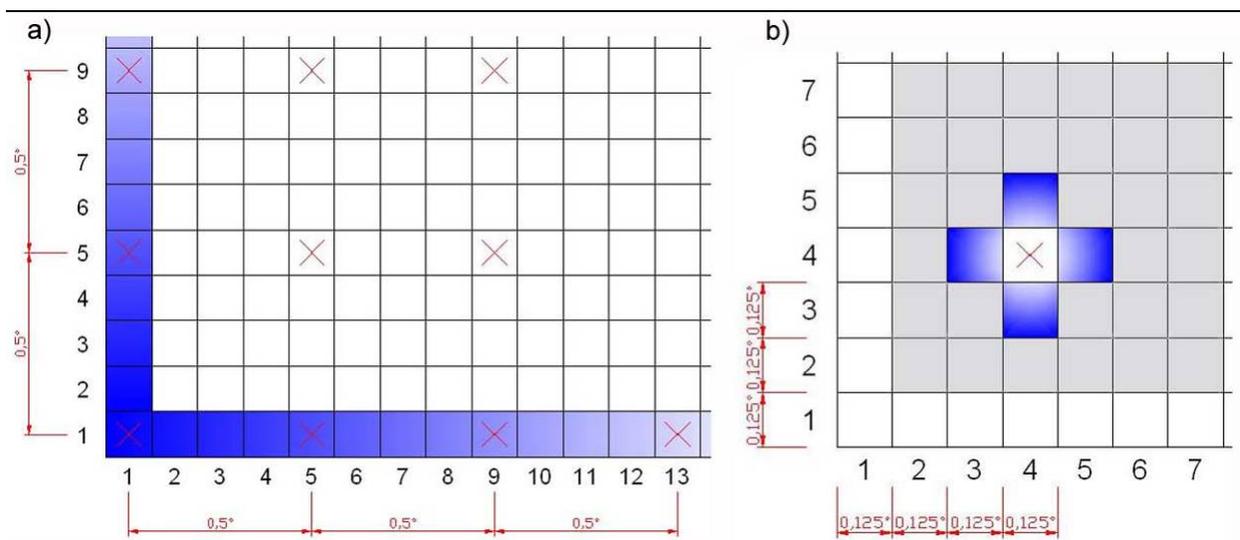


Fig. 68 Exemplo do processo de interpolação

3.1.3 Método adotado no Zoneamento Bioclimático da Bolívia

Sobre esta nova base de dados, aplicou-se o programa “ABC - Architectural Bioclimatic Classification” (RORIZ, 2006), baseado nas Cartas Bioclimáticas BBCC (Building Bioclimatic Charts), propostas por Givoni (1992), com a finalidade de estabelecer o zoneamento bioclimático para o território boliviano.

O Método das Cartas Bioclimáticas indica os limites das condições climáticas, sob as quais algumas estratégias (apresentadas na tabela 10), se aplicadas ao projeto arquitetônico, podem proporcionar conforto:

Tabela 10 Estratégias Bioclimáticas indicadas pelo Software ABC

1. Aquecimento artificial	4. Umidificação do ar	7. Inércia térmica (Refrigeração)
2. Aquecimento solar	5. Ventilação	8. Refrigeração Evaporativa
3. Inércia térmica (Aquecimento)	6. Ventilação noturna	9. Refrigeração Artificial

Dos recursos possibilitados pelo programa ABC está o de traçar uma carta específica para a pressão atmosférica de cada lugar e calcular os valores horários de temperaturas e umidades do ar, a partir das normais climatológicas fornecidas.

Os resultados apresentam as porcentagens de horas/ano que correspondem a cada uma das estratégias consideradas acima. Na figura 69, o exemplo do resultado para a cidade de La Paz:

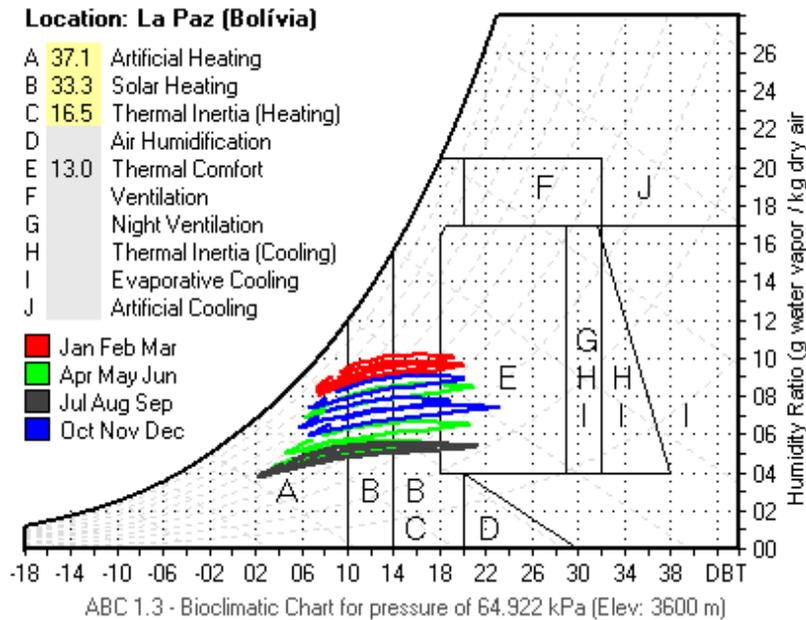


Fig. 69 Exemplo de resultado do programa ABC

Para a classificação bioclimática do território boliviano agrupamos as localidades para as quais são indicadas as mesmas estratégias bioclimáticas de projeto. Geralmente, este procedimento gera uma quantidade muito alta de zonas, sendo necessário estabelecer novos arranjos.

Para a análise bioclimática da Bolívia, foram desconsideradas todas as estratégias com menos de 4% das horas do ano, que correspondem a aproximadamente 15 dias. Além da estratégia “umidificação do ar” que não se aplica aos climas do país.

3.1.4 Resultados

A aplicação do Método, descrito anteriormente, resultou em 8 zonas bioclimáticas (ZB), com as seguintes características (tabela 11 e figura 70)

Tabela 11 Porcentagens de horas/ano de cada uma das 8 zonas bioclimáticas (ZB)

Estratégia	ZB-1	ZB-2	ZB-3	ZB-4	ZB-5	ZB-6	ZB-7	ZB-8
Aquecimento Artificial	77-86	4-82	< 5					
Aquecimento Solar	12-20	13-49	23-30	11-48	4-41	6-27	4-36	4-15
Inércia para aquecimento		4-26	15-23	11-31	4-30	6-24	4-27	4-15
Ventilação					4-67	4-57	10-67	18-64
Ventilação Noturna			4-8			4-12		4-9
Inércia para refrigeração			4-9			4-13		4-9
Refrigeração Evaporativa			4-12			4-17		4-13
Refrigeração Artificial							4-49	4-15

% Área do Território por zonas

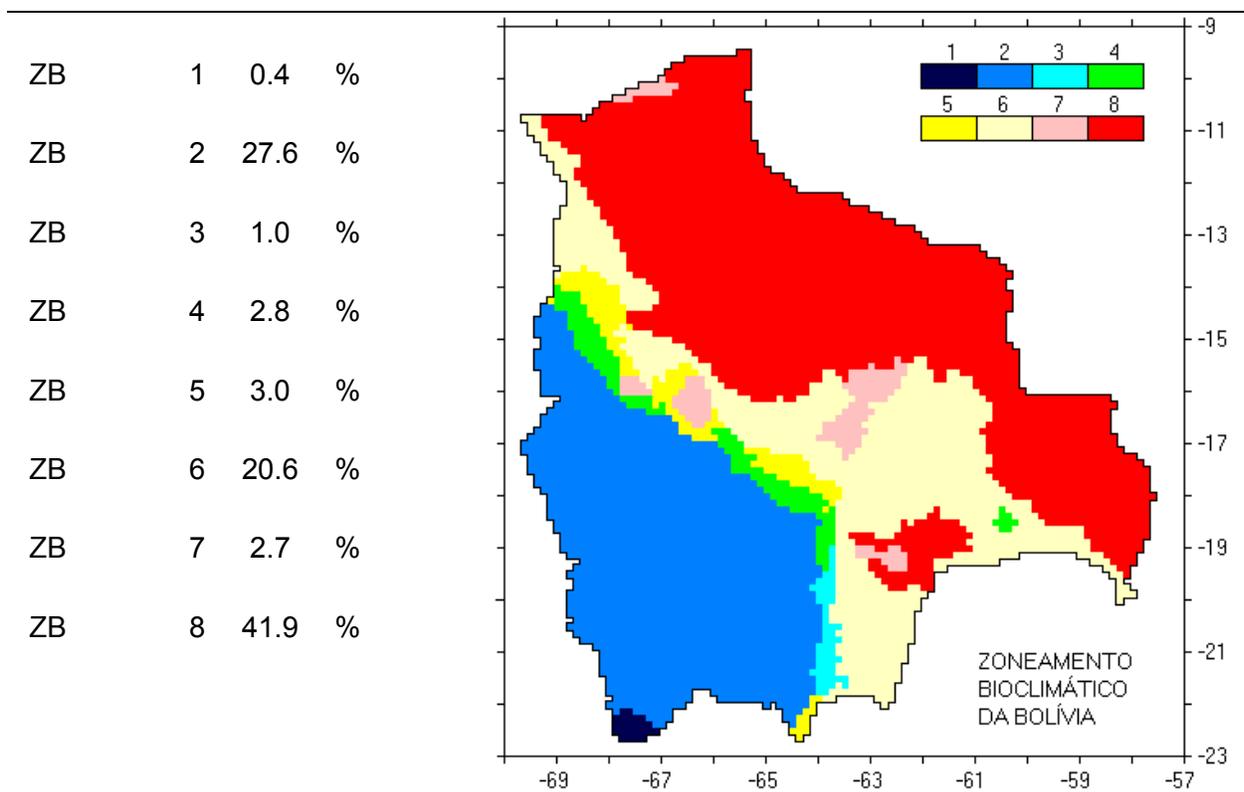


Fig. 70 Zoneamento Bioclimático Resultante

3.1.5 Detalhamento das Zonas Bioclimáticas

Zona Bioclimática 1



Corresponde à região mais fria do país. Dentre as cidades com dados medidos, a única localizada nessa zona é a Laguna Colorada, com 4228 metros de altitude.

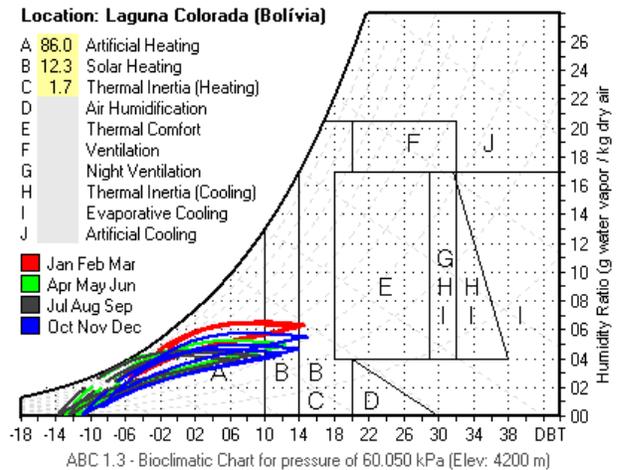


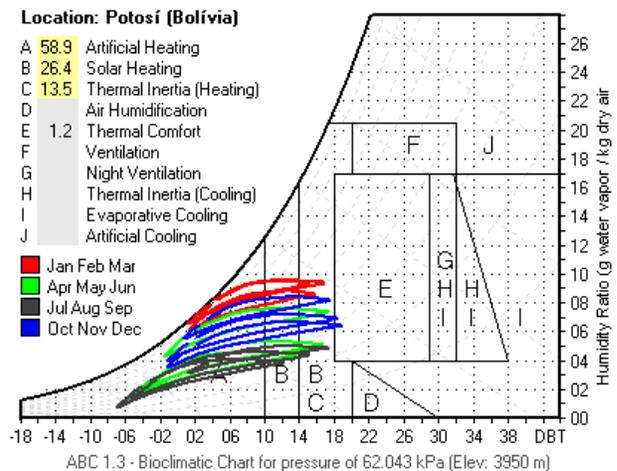
Tabela 12 Estratégias em porcentagem de horas por ano para a Zona 1

ZB-1	Estratégias de Aquecimento			Estratégias de Refrigeração				
	Artif.	Solar	Inércia	Ventil.	V. noite	Inércia	Evapor.	Artif.
%	77-86	12-20						

Zona Bioclimática 2



Difere da anterior, apenas pela recomendação de inércia térmica para combater o frio. É a segunda maior zona do país, tendo 26 das 72 cidades com dados medidos.



Ayo Ayo	El Alto	Oruro	Sucre Assana	Viacha
Charaña	El Villar	Patacamaya	Tarija	Vinto
Cochabamba	Incahuasi	Potosí	Tihuanacu	
Colcha K	Iscayachi	Ravelo	Tupiza	
Copacabana	La Paz	San Lucas	Uyuni	
Culpina	Luribay	Sucre	Vallegrande	

Tabela 13 Estratégias em porcentagem de horas por ano para a Zona 2

ZB-2	Estratégias de Aquecimento			Estratégias de Refrigeração				
	Artif.	Solar	Inércia	Ventil.	V. noite	Inércia	Evapor.	Artif.
%	4-82	13-49	4-26					

Zona Bioclimática 3

Ocupa apenas 1% do território boliviano e tem duas cidades representativas, Monteagudo e Palmar Grande, com altitudes de 990 e 460 m, respectivamente. O clima é frio ou confortável na maior parte do ano, com calor suave nas horas mais quentes do verão.

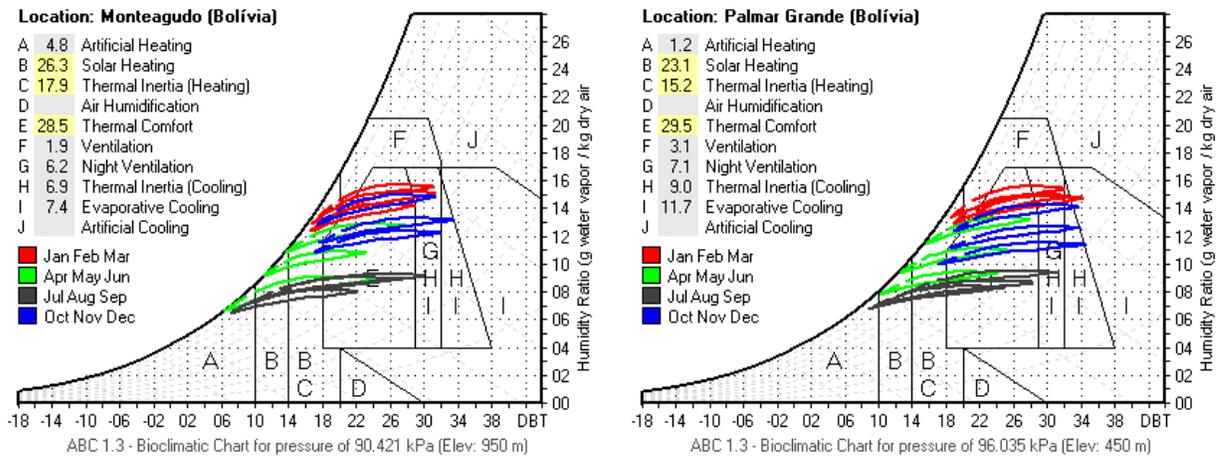


Tabela 14 Estratégias em porcentagem de horas por ano para a Zona 3

ZB-3	Estratégias de Aquecimento			Estratégias de Refrigeração				
	Artif.	Solar	Inércia	Ventil.	V. noite	Inércia	Evapor.	Artif.
%	< 5	23-30	15-23		4-8	4-9	4-12	

Zona Bioclimática 4



Situa-se na transição entre o *Altiplano* Andino e os Llanos, na região denominada Valles. Tem 4 cidades representativas, com altitudes entre 700 e 1800 metros: Apolo, Comarapa, Mairana e Santiago de Chiquitos.

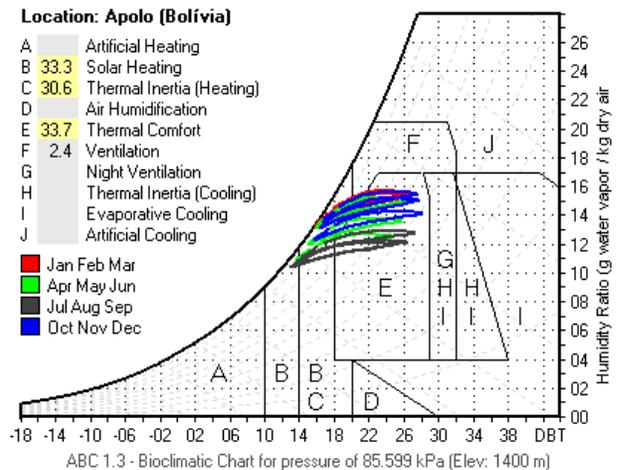


Tabela 15 Estratégias em porcentagem de horas por ano para a Zona 4

ZB-4	Estratégias de Aquecimento			Estratégias de Refrigeração				
	Artif.	Solar	Inércia	Ventil.	V. noite	Inércia	Evapor.	Artif.
%		11-48	11-31					

Zona Bioclimática 5



Também se localiza nos Valles e tem apenas a cidade de Bermejo com dados medidos, cuja altitude é de 610 metros. Difere da zona 4, por apresentar um verão úmido, com necessidade de ventilação.

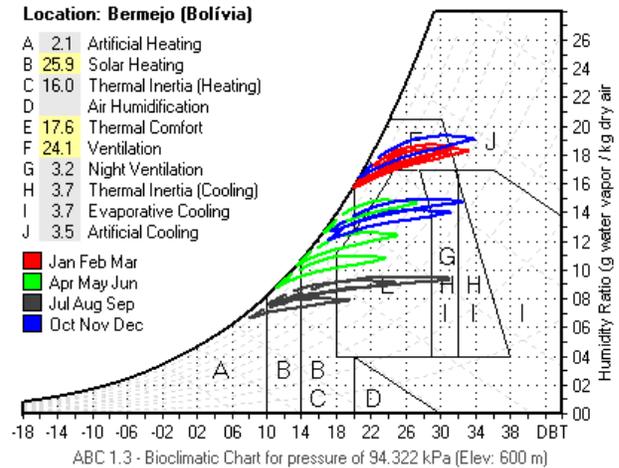
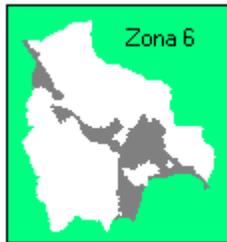


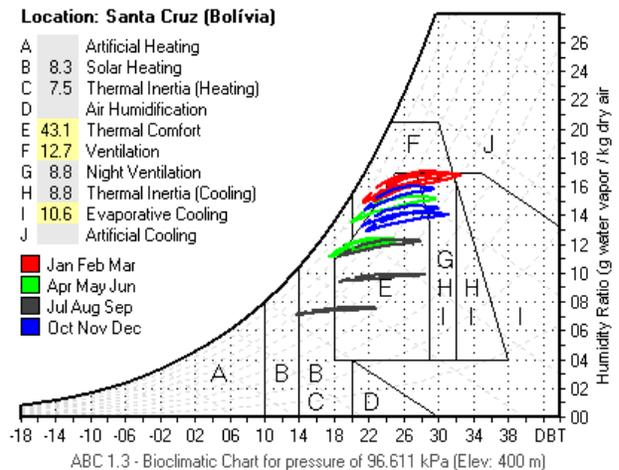
Tabela 16 Estratégias em porcentagem de horas por ano para a Zona 5

ZB-5	Estratégias de Aquecimento			Estratégias de Refrigeração				
	Artif.	Solar	Inércia	Ventil.	V. noite	Inércia	Evapor.	Artif.
%		4-41	4-30	4-67				

Zona Bioclimática 6



Ocupa 20.6% do território boliviano, para os quais são aplicáveis todas as estratégias passivas de condicionamento térmico das edificações.



Aguaraycito	Puerto Viejo	San Javier	Villamontes
Camiri	Reyes	San Jose De Chiquitos	Viru Viru
Candelaria	Saavedra (Cimca)	San Juan de Yapacani	Yacuiba
Chimore	San Antonio de Parapeti	San Julian	
Concepción	San Ignacio De Velasco	Santa Cruz	

Tabela 17 Estratégias em porcentagem de horas por ano para a Zona 6

ZB-6	Estratégias de Aquecimento			Estratégias de Refrigeração				
	Artif.	Solar	Inércia	Ventil.	V. noite	Inércia	Evapor.	Artif.
%		6-27	6-24	4-57	4-12	4-13	4-17	4.9

Observação: Embora apresente necessidade de refrigeração artificial em 4.9% das horas do ano, a cidade de Viru Viru foi classificada na zona 6, para evitar um excessivo número de zonas.

Zona Bioclimática 7



É representada por Ascención de Guarayos, San Pedro, Caranavi e Huarrienda, com clima úmido e necessidade de refrigeração artificial nas horas mais quentes do verão.

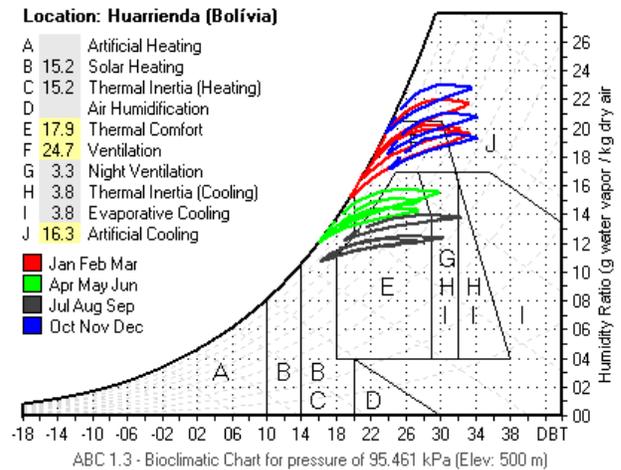


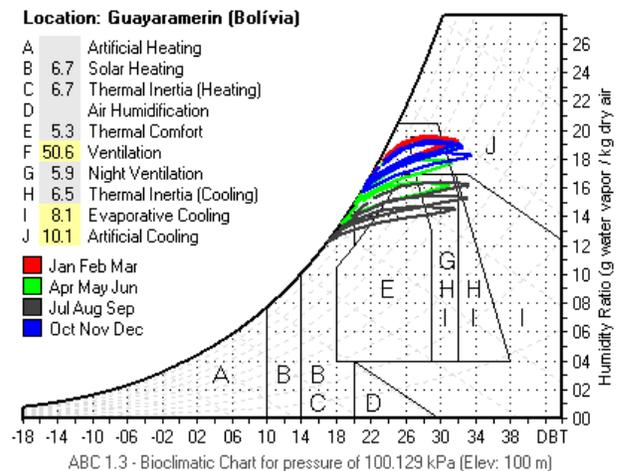
Tabela 18 Estratégias em porcentagem de horas por ano para a Zona 7

ZB-7	Estratégias de Aquecimento			Estratégias de Refrigeração				
	Artif.	Solar	Inércia	Ventil.	V. noite	Inércia	Evapor.	Artif.
%		4-36	4-27	10-67				4-49

Zona Bioclimática 8



Ocupa a região dos Llanos, caracterizada por menores altitudes. São aplicáveis todas as estratégias de verão, mas também tem um inverno suave, cujo frio pode ser combatido com aquecimento solar e inércia térmica.



Cobija	Puerto Maravilla	Rurrenabaque	San Matias
Guayaramerin	Puerto Suarez	San Borja	San Ramon
Limon	Riberalta	San Ignacio De Moxos	Santa Ana
Magdalena	Robore	San Joaquin	Trinidad

Tabela 19 Estratégias em porcentagem de horas por ano para a Zona 8

ZB	Estratégias de Aquecimento			Estratégias de Refrigeração				
	Artif.	Solar	Inércia	Ventil.	V. noite	Inércia	Evapor.	Artif.
%		4-15	4-15	18-64	4-9	4-9	4-13	4-15

Finalmente, se procedeu à classificação das 11.177 localidades entre cidades, povoados e lugarejos dentro do território boliviano (ver base de dados, em anexo I e em cd-rom), de acordo com as zonas bioclimáticas às quais estas pertencem. A tabela (20) e a figura (71) sintetizam a zonificação e a classificação das localidades bolivianas:

Tabela 20

Zonas bioclimáticas (ZB)	ZB-1	ZB-2	ZB-3	ZB-4	ZB-5	ZB-6	ZB-7	ZB-8
Extensão Territorial em %	0.4	27.6	1.0	2.8	3.0	20.6	2.7	41.9
Nº de localidades por zona	2	6489	243	564	257	1368	220	2033

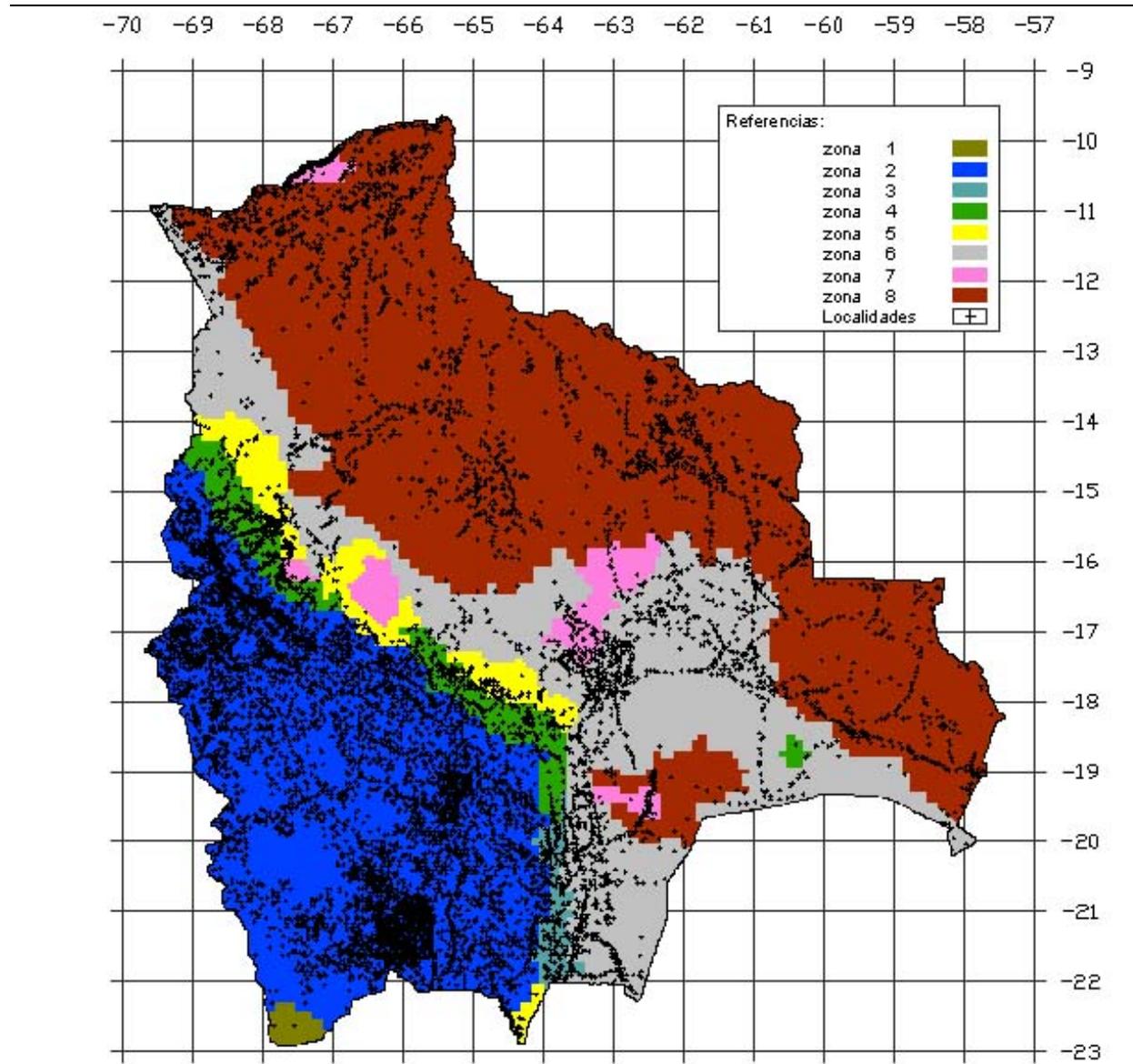


Fig. 71 Classificação das localidades de acordo com as zonas bioclimáticas

3.2 Análise Bioclimática para a Arquitetura Vernácula Boliviana

Dentro do território Boliviano, a presença de exemplos da arquitetura vernácula 'pura' é cada vez menor devido à globalização cultural que universalizou o uso dos materiais de construção. Este efeito vai relegando o critério de identidade arquitetônica própria dos diferentes povos e conseqüentemente, esvazia o verdadeiro sentido bioclimático destas edificações originárias e cede o lugar a uma arquitetura 'híbrida' que na maioria dos casos, não atende com a mesma efetividade, às requisições ambientais do lugar onde estão inseridos.

Por esta razão, é preciso repensar esta sensibilidade bioclimática nas origens da arquitetura, partindo da hipótese de que a arquitetura vernácula ao longo de sua existência foi aperfeiçoando, por assim dizer, as técnicas construtivas e os materiais apropriados em relação ao meio ambiente e o conforto térmico.

Por isso, identificar aqueles critérios bioclimáticos utilizados pelos povos originários, nas diversas regiões do território boliviano e verificar sua validade por meio dos Métodos de Análise Bioclimática, é encontrar resultados favoráveis que podem dar apoio ao zoneamento bioclimático.

3.2.1 Dos exemplos de Arquitetura Vernácula: escolha e localização

Inicialmente, o critério utilizado para a seleção dos exemplos arquitetônicos vernáculos foi baseado na procura de diversos povoados que pudessem refletir a diversidade climática das suas localizações dentro do território boliviano e as possíveis diferenças nas adequações bioclimáticas adotadas nestes diversos cenários geográficos. Depois, partimos de um parâmetro relevante: o fator altitude. Já que é conhecida a influência deste sobre o clima. O que nos levou a escolha de determinados exemplos, não só por sua localização geográfica (latitude e longitude), mas também, pela altitude. Na figura abaixo, a localização dos povoados identificados:



Fig. 72 Localização das construções vernáculas

Fonte: adaptado de Word Wind, 2005. Disponível em <www.worldwind.arc.nasa.gov>

3.2.2 Descrição geral das Edificações

Os 28 exemplos de edificações escolhidas correspondem às moradias simples do tipo residencial, que na maioria dos casos compõem-se dum único espaço, a fim de propiciar descanso e proteção das inclemências do meio ambiente. Outras edificações mostram um pequeno conjunto de dois ou mais espaços que respondem às necessidades de armazenar e de cozinhar.

Estas moradias têm algumas características em comum: (a) a utilização de materiais de construção existentes em seu entorno imediato; (b) as técnicas

construtivas tradicionais herdadas e transmitidas de pais para filhos; motivo pelo qual, são os próprios membros da família que constroem a sua moradia.

3.2.3 Base de Dados Climáticos

Os dados climáticos utilizados como base para esta avaliação, são valores medidos de temperaturas e de umidades que se encontram na base das 72 estações climatológicas disponíveis para o território boliviano, de onde se obtiveram as normais dos 28 povoados escolhidos:

Tabela 21 Povoados, localização e origem dos dados climáticos utilizados

Nº	Povoados	Lat.	Lon.	Alt.	Dados climáticos adotados
1	Pulacayo	-20.38	-66.68	4309	Uyuni
2	S. Pablo de Lípez	-21.68	-66.60	4207	Entre Tupiza e Laguna Colorada
3	Huanuni	-18.28	-66.83	4202	Oruro
4	Viluyo	-21.53	-66.33	4120	Entre Tupiza e Laguna Colorada
5	San Agustín	-21.15	-67.67	4088	Media entre Colcha K e laguna colorada
6	Laimes	-18.60	-67.63	4040	Média entre Ravelo e Oruro
7	Vilaque	-16.50	-68.09	4022	Media entre El Alto y Viacha
8	Est. Copacabana	-21.22	-67.78	3991	Media entre Colcha K e laguna colorada
9	Tatasi	-21.60	-65.80	3959	Entre Tupiza e Laguna Colorada
10	Isla del Sol	-16.00	-69.17	3815	Copacabana
11	Ayza Kollu	-17.42	-67.55	3767	Patacamaya
12	Chipaya	-19.02	-68.10	3679	Entre Potosí e Charaña
13	Uyuni	-20.45	-66.82	3660	Uyuni
14	Umachiri	-18.63	-66.42	3652	Média entre Ravelo e Oruro
15	Naranjos	-19.42	-64.42	2721	Media entre Monteagudo e Sucre
16	Tomoroco	-19.02	-64.67	2463	Media entre Sucre e Vallegrande
17	El Villar	-19.62	-64.37	2378	Média entre Sucre e Monteagudo
18	Chimoré	-16.98	-65.13	350	Chimoré
19	Puerto Gretther	-17.18	-64.35	235	Media entre Chimoré e San Juan de Yapacaní
20	Rurrenabaque	-14.45	-67.55	204	Média entre Reyes e Rurrenabaque
21	Barraca Ibobo	-16.43	-64.73	203	Media entre Ascensión de Guarayos e Chimoré
22	Puerto Villarroel	-16.85	-64.78	202	Chimoré
23	Camp. More Itenez	-12.07	-64.77	173	Media entre Guayaramerin e San Joaquín
24	Trinidad	-14.80	-65.05	157	Trinidad
25	Pacahuara	-10.05	-65.60	143	Media entre Guayaramerin e Riberalta
26	Maloca Chacobo	-10.75	-65.60	136	Media entre Guayaramerin e Riberalta
27	Riberalta	-11.00	-66.08	135	Riberalta
28	Ayoreos	-18.92	-57.98	133	Puerto Suárez

3.2.4 Definição dos Métodos de Avaliação Bioclimática

Para a análise bioclimática de cada um dos exemplos de arquitetura vernácula boliviana foram utilizados dois tipos de Métodos, que a partir dos dados climáticos indicam as possíveis estratégias a serem utilizadas para recuperar o conforto térmico:

.1º. *Método de Mahoney Adaptado* (Roriz, 2001): estratégia bioclimática qualitativa

Para a aplicação deste método são solicitadas as seguintes variáveis: temperaturas médias máximas, mínimas, umidade relativa e pluviosidade total. Da aplicação deste método, resultam nove recomendações para o projeto arquitetônico. Cabe mencionar que este procedimento, além de indicar as estratégias a serem aplicadas, expõe valores mínimos das propriedades dos materiais.

2º. *Software ABC v.1.3* (Roriz, 2006): estratégia bioclimática quantitativa

Este programa computacional está baseado na Carta Bioclimática, proposta por Givoni (1992). As variáveis que este solicita são: temperaturas médias mínimas, máximas e umidade relativa. O resultado da aplicação deste software oferece valores em porcentagem de nove estratégias bioclimáticas possíveis a serem utilizadas.

A seguir, um quadro geral sobre as orientações bioclimáticas quantitativa e qualitativa apresentadas por esses dois métodos:

Tabela 22 Estratégias e recomendações bioclimáticas

Método Mahoney Adaptado	Software ABC v 1.3
1) Implantação	1) Aquecimento artificial
2) Espaçamento entre edificações	2) Aquecimento solar
3) Ventilação	3) Aquecimento, Inércia térmica
4) Tamanho das aberturas	4) Umidificação do ar
5) Posição das aberturas	5) Ventilação
6) Proteção das aberturas	6) Ventilação noturna
7) Paredes e pisos	7) Refrigeração, Inércia térmica
8) Coberturas	8) Refrigeração evaporativa
9) Exterior da edificação	9) Refrigeração artificial

3.2.5 Metodologia Aplicada para a aquisição de dados climáticos

Cada um dos exemplos tem uma localização geográfica específica expressa em latitude, longitude e altitude. Baseando-se neste parâmetro, foram identificadas duas possíveis situações de aquisição de dados climatológicos:

- a) povoados que se localizam em de regiões *que contam* com dados medidos;
- b) povoados que se localizam em regiões *que não contam* com dados medidos.

No primeiro caso, assumiu-se diretamente o valor da estação climatológica próxima, porque considera-se que existe uma margem territorial de influência.

No segundo caso, localizaram-se as estações mais próximas ao ponto analisado (duas ou mais estações), para, posteriormente, interpolá-las utilizando o procedimento da Média Aritmética ou o de Interpolação Linear entre os valores climáticos circundantes, a fim de aplicá-los nos métodos de análise bioclimática.

3.2.6 Descrição dos Resultados

Os métodos permitiram em termos de desempenho térmico estabelecer o grau de pertinência da utilização de materiais e de técnicas construtivas empregadas nas edificações vernáculas. Uma observação importante refere-se à correlação lógica, entre o fator altura sobre o nível do mar e as condições climáticas das diferentes regiões, onde os povoados estão inseridos, o que nos permitiu agrupá-los.

Finalmente, a partir das similitudes das estratégias bioclimáticas observadas para cada um destes povoados, definimos três grupos:

Grupo 1: *Regiões altas* de 3000 a 4500 m;

Grupo 2: *Regiões intermediárias* de 1000 a 3000 m;

Grupo 3: *Regiões baixas* de 0 m a 1000 m.

Neste momento, apresentaremos nossas considerações, a partir das estratégias recomendadas pelo *software ABC* e o *Método de Mahoney Adaptado* para as regiões *altas*, as *intermediárias* e as *baixas*.

3.2.6.1 Grupo 1: Regiões Altas

Dentro desta região encontram-se vários povoados, que tem em comum um clima frio na maior parte do ano, com uma acentuação deste, nos meses de inverno. Apresentam também oscilações térmicas consideráveis, devido às características desérticas manifestada pela pouca vegetação e baixa pluviosidade.

Como caso particular, podemos indicar a região da *Isla del Sol*, onde o clima modifica-se, ao apresentar menores amplitudes de temperatura, isto devido à inércia térmica da água do lago Titicaca.

Considerações gerais

A partir das recomendações do *software ABC* considerou-se três estratégias comuns para estas regiões. A seguir, o resultado na figura 73.

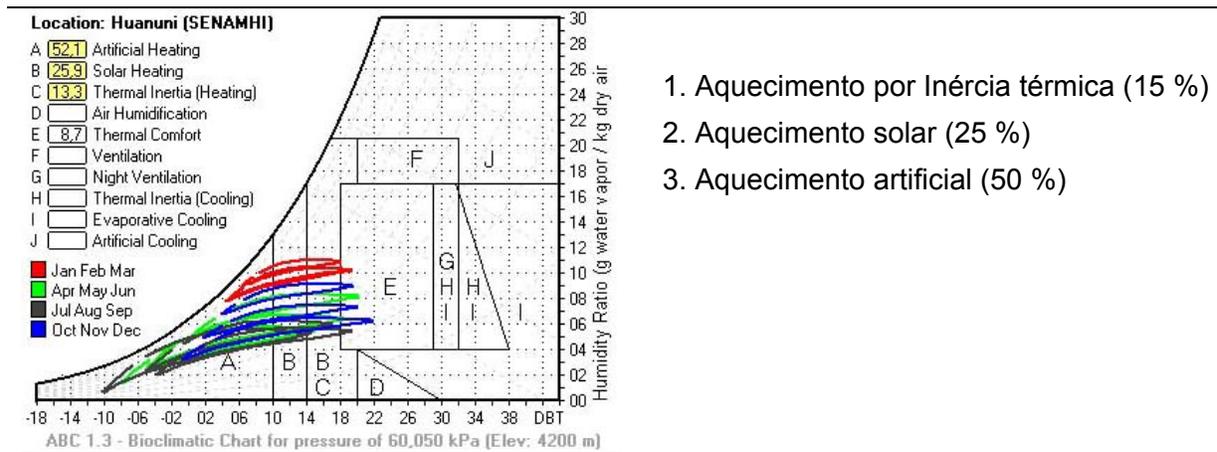


Fig. 73 Exemplo de resultados do programa ABC para Regiões altas

Enquanto, o *Método de Mahoney Adaptado* indicou para estas regiões os seguintes critérios arquitetônicos:

Tabela 23 Planilhas de Mahoney Adaptada para as regiões altas

2) Espaçamento entre edificações

Aproximar as edificações para aumentar a inércia

3) Ventilação

Ventilação mínima, apenas para renovação do ar

4) Tamanho das aberturas

25 a 40 % das fachadas permitindo sol no período frio

5) Posição das aberturas

Nas fachadas norte e sul, permitindo ventilação ao nível dos corpos dos ocupantes, mas com aberturas nas paredes internas

7) Paredes e pisos

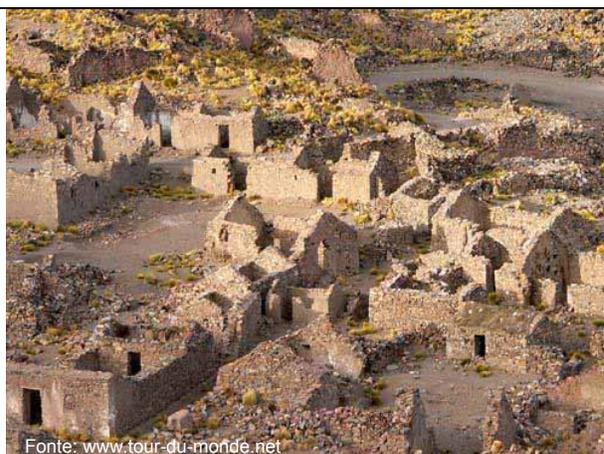
Pesadas $U \leq 2,0 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C retard.} \geq 8 \text{ horas}$, fator sol $\leq 4\%$

8) Coberturas

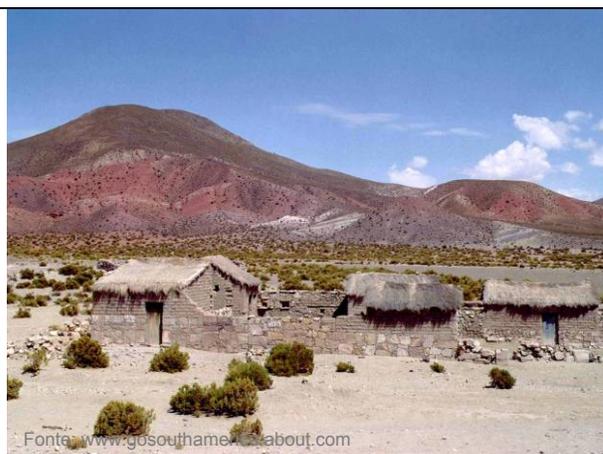
Pesadas $U \leq 0,85 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C retard.} \geq 8 \text{ horas}$, fator sol $\leq 3\%$

Quando nos referimos ao **aquecimento por inércia térmica** e ao **aquecimento solar**, o *Método de Mahoney Adaptado* indica a utilização de paredes, coberturas e pisos pesados como estratégias construtivas para restabelecer o conforto. Para o **aquecimento artificial** este método não contempla uma resposta, pelo seu caráter eminentemente bioclimático.

Uma vez identificadas às estratégias necessárias para uma adequação bioclimática, mediante o *programa ABC*, e após a aquisição dos parâmetros de correção a nível arquitetônico pelo *Mahoney Adaptado*, verificamos o propósito bioclimático das edificações vernáculas ilustradas pelas figuras abaixo:



1.S. Pablo de Lipez, (Lat -21.68 Lon -66.6 Alt 4207)



2. Pulacayo, (Lat -20.38 Lon -66.68 Alt 4309)



Fonte: www.tour-du-monde.net

3. Viluyo, (Lat -21.53 Lon -66.33 Alt 4120)



Fonte: www.trekearth.com

4. Huanuni, (Lat -18.28 Lon -66.83 Alt 4202)



Fonte: Teresa Garrón

5. Laines, (Lat -18.6 Lon -67.63 Alt 4040)



Fonte: www.berclo.net

6. San Agustín, (Lat -21.15 Lon -67.67 Alt 4088)



Fonte: www.berclo.net

7. Est. Copacabana, (Lat -21.22 Lon -67.78 Alt 3991)



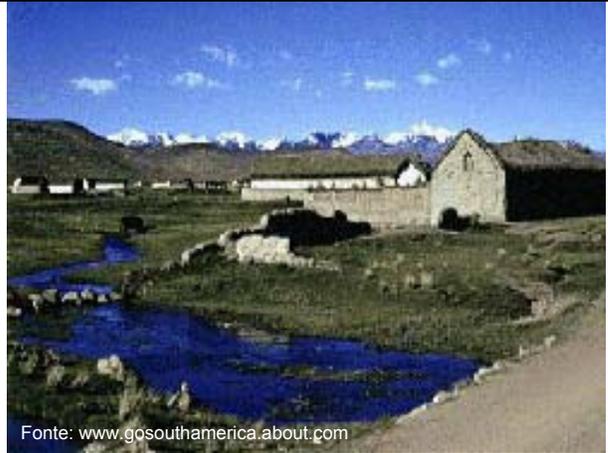
Fonte: www.trekearth.com

8. Vilaque, (Lat -16.5 Lon -68.09 Alt 4022)



Fonte: www.trekearth.com

9. Isla del Sol, (Lat -16 Lon -69.17Alt 3815)



Fonte: www.gosouthamerica.about.com

10. Tatasi, (Lat -21.6 Lon -65.8 Alt 3959)



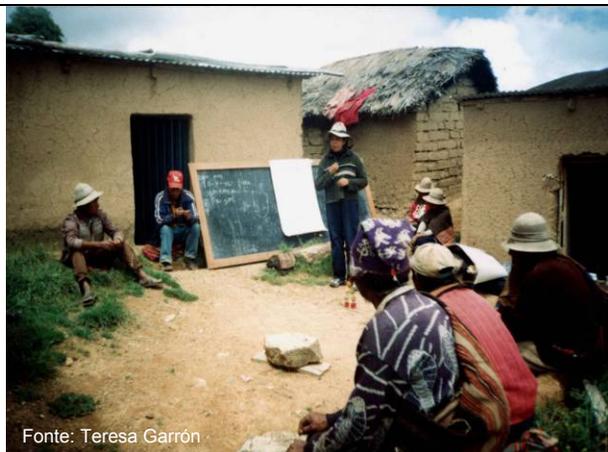
Fonte: www.gosouthamerica.about.com

11. Ayza Kollu, (Lat -17.42 Lon -67.55 Alt 3767)



Fonte: www.bolivie.org

12. Chipaya, (Lat -19.02 Lon -68.1 Alt 3679)



Fonte: Teresa Garrón

13. Umachiri, (Lat -18.63 Lon -66.42 Alt 3652)



Fonte: www.trekearth.com

14. Uyuni, (Lat -20.45 Lon -66.82 Alt 3660)

Espaçamento entre edificações: pode-se avaliar que nos povoados existe o critério de agrupamento, a fim de aumentar a inércia térmica das edificações e de reduzir a livre circulação do ar à altura do corpo das pessoas, para isso constroem pátios circundados por muros no perímetro.

Ventilação e tamanho de aberturas: todos os exemplos mostram que os vãos pequenos atendem o critério de renovação do ar e permitem a entrada de sol nas épocas frias. De onde concluímos que todos os vãos apresentam uma média menor que os 40% da fachada de uma moradia. Observe as porcentagens na figura 71:

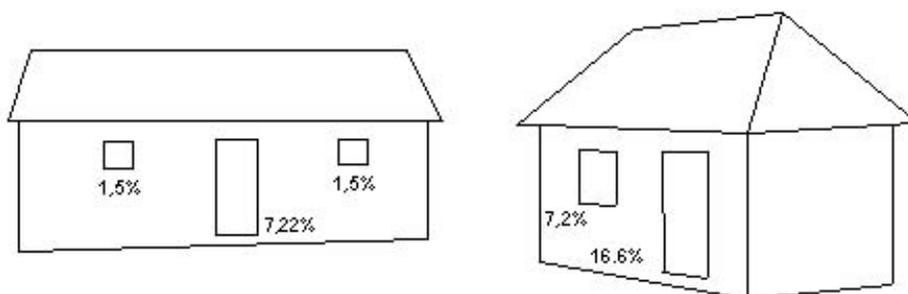


Fig. 74 Porcentagens dos vãos

As vedações verticais: requerem valores elevados de inércia térmica e a evidência está nas paredes de adobe ou pedra que são amplamente utilizados nestas regiões. O adobe, por exemplo, tem uma transmitância aproximada de $1.7 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ e um retardo de 10 horas para uma espessura de 25 cm.

As coberturas: apresentam também solicitações de inércia térmica, porém as características delas são similares às das paredes, já que os materiais básicos que ambos utilizam são: a madeira, o barro e a palha, que em conjunto têm características térmicas similares ao adobe; no entanto, por ter característica mais leve, a cobertura tem menor retardo térmico.

Também existem exemplos de moradias nos quais as paredes de adobe vão crescendo *por avance* (aplicação de sucessivas fileiras até fechar o recinto) formando

uma abóbada e fechando completamente o espaço, o que faz a cobertura apresentar a mesma inércia térmica que as vedações verticais.

Outras estratégias não mencionadas nos métodos citados são, por exemplo, aquelas observadas no sul do Potosí, onde as moradias Chipayas têm a forma circular cônica. Desta maneira, oferecem menor resistência às correntes de ar frio provenientes do Pacífico, assim também, orientam seus vãos ao Leste evitando o acesso direto destas brisas não desejadas. Por conta do frio predominante nesta zona, ocorre uma maior porcentagem de horas/ano de **aquecimento artificial**, o que para esta região significa em média 50% do ano. Estes povos solucionaram o problema, ao levar a cozinha para dentro da habitação e esta motivação fez suprir esta necessidade de aquecimento artificial. Assim, proveram as noites de calor artificial com as brasas do fogo utilizadas para cozinhar durante o dia.

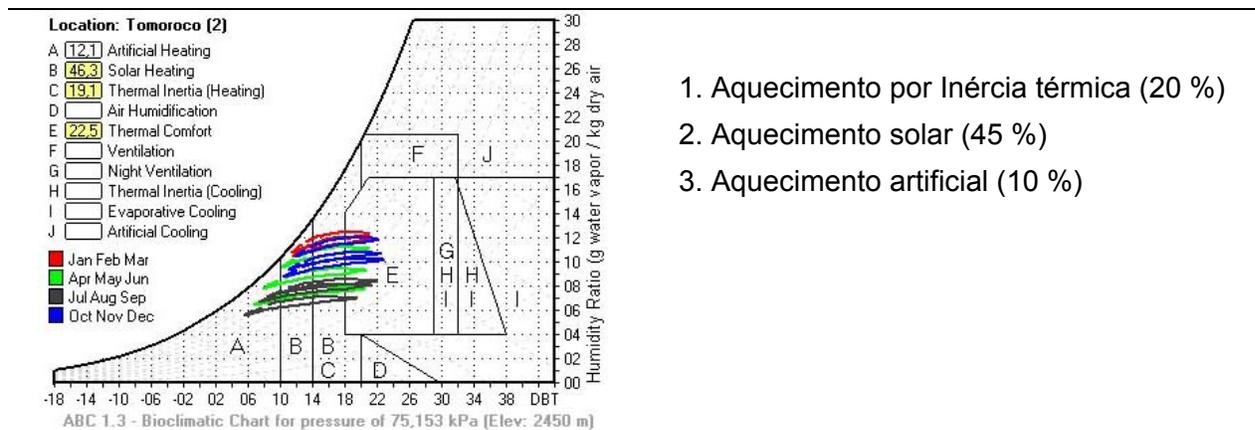
Estas moradias do tipo cônicas foram usadas também em outra região ao norte do departamento do Potosí, onde as características fisiográficas da região variam um pouco já que esta é montanhosa e fria e não *altiplánica* como a dos Chipayas. Embora as moradias sejam também circulares, diferenciam-se das anteriores pelo material das paredes, estes utilizam pedras sem lavar. Pode mencionar-se também que as dimensões das moradias são menores na altura e geralmente estão encostadas ao terreno por um lado da edificação, assim se aproveita à inércia térmica do terreno.

3.2.6.2 Grupo 2: Regiões Intermediárias

Esta região apresenta uma topografia de característica irregular. Uma área com várias cadeias montanhosas e entre elas estende-se os vales; a altitude oscila entre 2000 e 3000 m e as características climáticas apresentam-se mais amenas, com médias aproximadas aos 18°C e baixas temperaturas somente nos meses mais frios. Em relação às regiões altas, a oscilação térmica apresenta valores inferiores; períodos de chuvas se fazem presente com maior frequência e, por conseqüência disto, a umidade aumenta significativamente.

Considerações gerais

Também, a partir das recomendações do *software ABC* considerou-se três estratégias comuns para estas regiões. Veja o resultado na figura 75.



1. Aquecimento por Inércia térmica (20 %)
2. Aquecimento solar (45 %)
3. Aquecimento artificial (10 %)

Fig. 75 Exemplo de resultados do programa ABC para Regiões Intermédias

Enquanto, o *Método de Mahoney Adaptado* indicou para estas regiões os seguintes critérios arquitetônicos:

Tabela 24 Planilhas de Mahoney Adaptada para as regiões intermediárias

2) Espaçamento entre edificações

Aproximar as edificações para aumentar a inércia

3) Ventilação

Fila dupla de habitações ao longo do edifício, com dispositivos que permitam controlar a ventilação.

4) Tamanho das aberturas

15 a 25 % das fachadas

5) Posição das aberturas

Nas fachadas norte e sul, permitindo ventilação ao nível dos corpos dos ocupantes, mas com aberturas nas paredes internas

7) Paredes e pisos

Pesadas $U \leq 2,0 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C retard.} \geq 8 \text{ horas}$, fator sol $\leq 4\%$

8) Coberturas

Pesadas $U \leq 0,85 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C retard.} \geq 8 \text{ horas}$, fator sol $\leq 3\%$

Na sessão anterior foi dito que o *Método de Mahoney Adaptado* indicou a utilização de paredes, coberturas e pisos pesados como estratégias construtivas para restabelecer o conforto. Aqui, quando nos remetemos ao **aquecimento por inércia térmica** e ao **aquecimento solar** da *região intermédia*, observa-se que se mantêm as mesmas estratégias de correção arquitetônica. Portanto, isto significa que ambas as

regiões tem as mesmas requisições bioclimáticas indicadas pelo software ABC. Como mostrado na tabela a seguir:

Tabela 25 Comparativa entre regiões Altas e Intermediárias

Regiões Altas	Regiões Intermediárias
1. Aquecimento por Inércia térmica (15 %)	1. Aquecimento por Inércia térmica (20 %)
2. Aquecimento solar (25 %)	2. Aquecimento solar (45 %)
3. Aquecimento artificial (50 %)	3. Aquecimento artificial (10 %)

Embora as indicações apontem no mesmo sentido, as porcentagens são a diferença. Cabe indicar que as regiões intermédias apresentam, por exemplo: uma grande diminuição da porcentagem de horas de calefação artificial, sendo esta apenas necessária em alguns dias no período invernal.

Por sua vez, nesta região, o valor da zona de conforto apresenta uma porcentagem significativa, visto que dos 365 dias do ano, durante 73 dias - que equivale a 20% do tempo - o clima apresenta-se dentro da zona de conforto.

Uma vez identificadas as solicitações pelo *programa ABC* e as estratégias pelo *Método Mahoney Adaptado*, verificam-se alguns tipos de estratégias bioclimáticas desta região. Como estes dois métodos indicam uma similitude de ações entre as duas regiões, assim também, as respostas destas regiões manifestam as mesmas características na forma de construir, tendo somente algumas pequenas diferenças. Por tanto, faremos apenas referência a estas particularidades:



Fonte: Hebert La Fuente

15. Naranjos, (Lat -19.42 Lon -64.42 Alt 2721)



Fonte: Hebert La Fuente

16. Tomoroco, (Lat -19.02 Lon -64.67 Alt 2463)



Fonte: Hebert La Fuente

17. El Villar, (Lat -19.62 Lon -64.37 Alt 2378)



Fonte: Hebert La Fuente

Amancaya, (Lat -19.32 Lon -64.55 Alt 2482)

Os povoadores da região intermédia além de construir paredes com pedra e adobe utilizam também a *taipa* que possui grande inércia térmica, propriedade que apóia a estratégia de **aquecimento solar** e de **inércia térmica**.

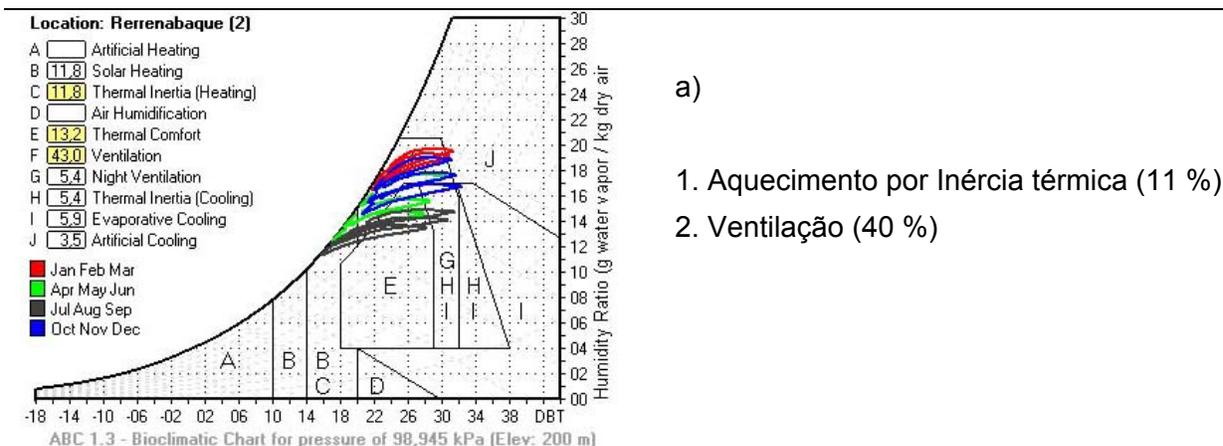
Finalmente, a necessidade mínima de **aquecimento artificial** reflete-se no fato de que o fogão encontra-se em um ambiente separado ao habitáculo de descanso, deixando claro que as condições frias do inverno podem-se resolver simplesmente com o aproveitamento da radiação e da inércia.

3.2.6.3 Grupo 3: Regiões Baixas

É a região mais regular topograficamente falando e se caracteriza por apresentar umidades e temperaturas altas, amplitudes térmicas mínimas. Dentro da aparente homogeneidade, é possível identificar as diferenças nas porcentagens das estratégias, como as indicadas na figura 75:

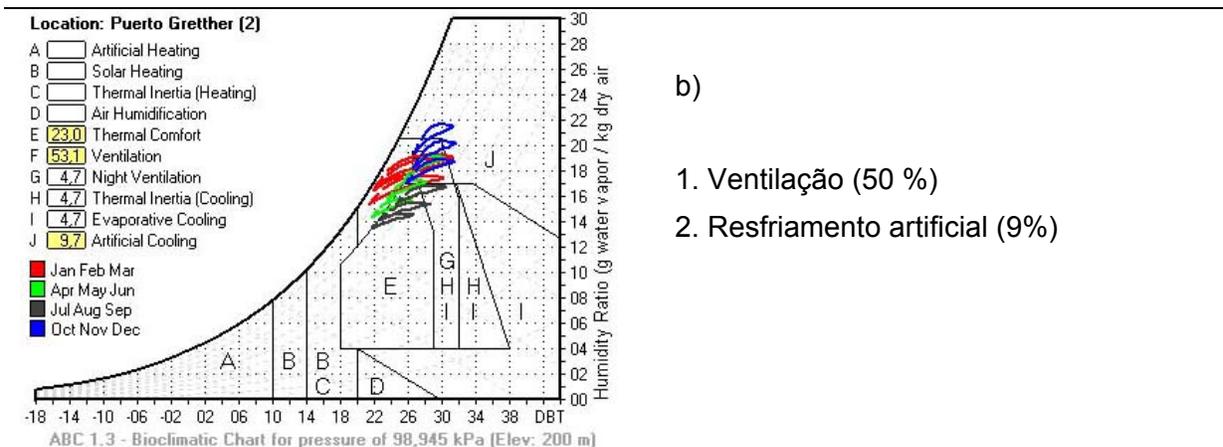
Considerações gerais

A partir das recomendações do *software ABC*, consideramos três exemplos que determinaram algumas particulares bioclimáticas apresentadas por esta região:



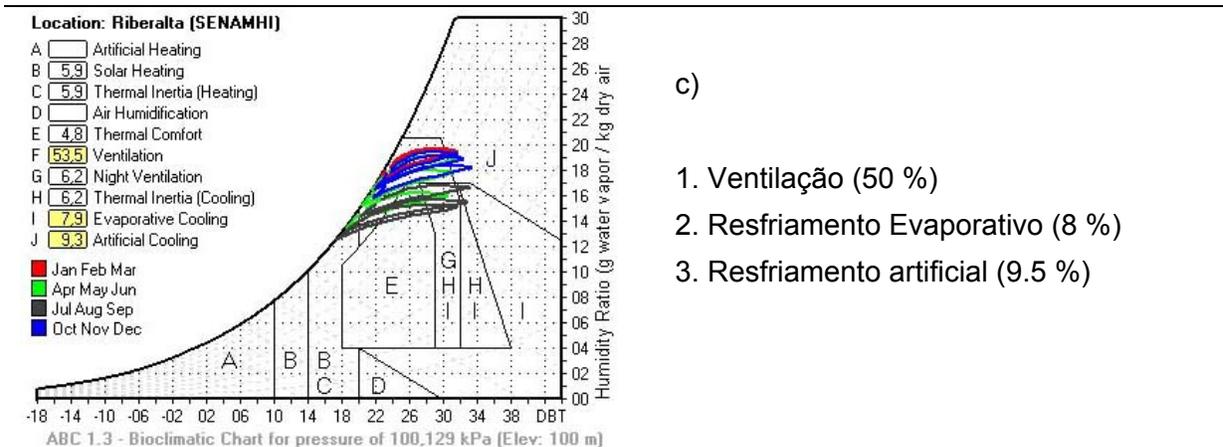
- a)
1. Aquecimento por Inércia térmica (11 %)
 2. Ventilação (40 %)

Fig. 76 Exemplo (a) resultados do programa ABC



- b)
1. Ventilação (50 %)
 2. Resfriamento artificial (9%)

Fig. 77 Exemplo (b) resultados do programa ABC



- c)
1. Ventilação (50 %)
 2. Resfriamento Evaporativo (8 %)
 3. Resfriamento artificial (9.5 %)

Fig. 78 Exemplo (c) resultados do programa ABC

Nota-se nestes exemplos que as altitudes oscilam entre 100 e 200 m sobre o nível do mar, as temperaturas médias estão ao redor dos 26°C, ocorrem altas umidades, principalmente, nos meses de chuva.

O que há de comum entre (a), (b) e (c) é a estratégia da ventilação que equivale a 50% das horas do ano. Esta estratégia aponta que esta região apresenta características de clima quente nos três casos acima, embora cada um destes manifestem as suas particularidades:

(a) necessita de aquecimento por inércia térmica, somente nos meses frios (de junho a setembro).

(b) necessita de resfriamento artificial durante parte dos meses mais quentes (de outubro a janeiro), quando as chuvas aumentam e, conseqüentemente, eleva-se a quantidade de água no ar evitando assim a perda de calor por convecção, obrigando-se à utilização de resfriamento artificial.

(c) o resfriamento evaporativo é necessário durante o inverno que se apresenta quente e relativamente mais seco. Durante parte dos meses quentes e chuvosos (de outubro a janeiro) será necessário o resfriamento artificial, em razão da umidade e as altas temperaturas.

Uma observação: estas particularidades representam em média 10 % de horas do ano que equivalem a 36 dias. O que podemos concluir é que a estratégia predominante que dá o caráter homogêneo às regiões baixas é a ventilação.

Os critérios arquitetônicos indicados pelo *Método de Mahoney Adaptado* para estas regiões são os seguintes:

Tabela 26 Planilha Mahoney adaptada para as regiões baixas

1) Implantação

Edifícios alongados, com fachadas maiores voltadas para norte e sul para reduzir a exposição ao sol

2) Espaçamentos entre as edificações

Aumentar distâncias entre edificações para melhor ventilação, mas com possibilidade de controlar ventilação

3) Ventilação

Para obter uma ventilação cruzada permanente, as habitações devem ser dispostas em fila simples ao longo do edifício

4) Tamanho das aberturas

25 a 40 % das fachadas norte e sul e/ou leste e oeste quando o período frio for predominante

5) Posição das aberturas

Nas fachadas norte e sul, permitindo ventilação ao nível dos corpos dos ocupantes.

6) Proteção das aberturas

Evitar radiação solar nos interiores da edificação

7) Paredes e pisos

Leves, refletoras $U \leq 2,8 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C retard.} \leq 3 \text{ horas}$, fator sol $\leq 4\%$

8) Coberturas

Leves, refletoras $U \leq 1,1 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C retard.} \leq 3 \text{ horas}$, fator sol $\leq 4\%$

9) Exterior da edificação

proteger contra as chuvas

Identificadas as estratégias de adequação bioclimática pelo *programa ABC* e obtidos os parâmetros de correção a nível arquitetônico por meio do Método de *Mahoney Adaptado*, verificamos as estratégias bioclimáticas das edificações vernáculas desta região:



18. Puerto Grettler, (Lat -17.18 Lon -64.35 Alt 235)



19. Chimore, (Lat -16.98 Lon -65.13 Alt 350)



20. Barraca Ibobo, (Lat -16.43 Lon -64.73 Alt 203)



21. Rurrenabaque, (Lat -14.45 Lon -67.55 Alt 204)



Fonte: www.senamhi.gov.bo

22. Camp. More Itenez, (Lat -12.07 Lon -64.77 Alt 173)



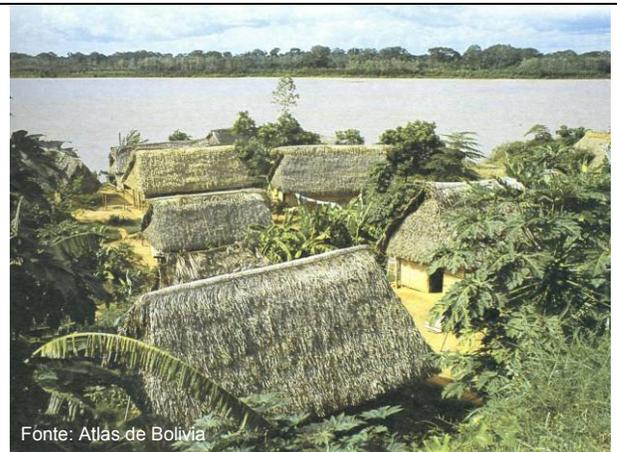
Fonte: Huascar Muñoz

23. Puerto Villaruel, (Lat -16.85 Lon -64.78 Alt 202)



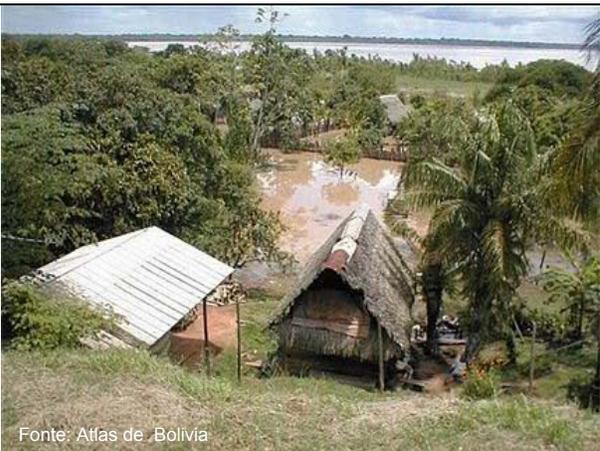
Fonte: www.amazonia.bo

24. Pacahuara, (Lat -10.05 Lon -65.6 Alt 143)



Fonte: Atlas de Bolivia

25. Trinidad, (Lat -14.8 Lon -65.05 Alt 157)



Fonte: Atlas de Bolivia

26. Riberalta, (Lat -11 Lon -66.08 Alt 135)



Fonte: www.amazonia.bo

27. Maloca Chacobo, (Lat -10.75 Lon -65.6 Alt 136)



Fonte: www.amazonia.bo

28. Ayoreos, (Lat -18.92 Lon -57.98 Alt 133)



Fonte: www.treearth.com

Isiboro Secure, (Lat -16.12 Lon -65.86 Alt 350)

Espaçamento entre edificações: Em função desta principal estratégia, observa-se a necessidade de evitar o agrupamento das moradias. Existe uma preocupação em distanciar umas das outras, o que favorece a circulação de ar, evitando a criação de barreiras que afetem a circulação das brisas. Desta maneira, as moradias aproveitam ao máximo o efeito cruzado do ar.

As vedações verticais e coberturas: Os materiais utilizados na construção das paredes e coberturas são leves, de baixa condutividade, além de não serem homogêneos e mostrarem-se permeáveis à circulação do ar.

Cabe apontar que as características culturais destes povos indicam que as atividades diárias são realizadas fora da moradia propriamente dita, em espaços abertos cobertos apenas com ramagens, com a finalidade de fazer uma sombra, porém as moradias são utilizadas principalmente para descansar nos períodos noturnos.

4 CONCLUSÃO

Uma forte influência da geografia do relevo sobre o clima se faz presente nas regiões dos *Valles* - localizada entre os *Llanos* orientais e o *Altiplano* -, porém esta região apresenta uma quantidade maior de zonas, por conta da irregularidade topográfica e das diversas alturas que podem ultrapassar os 1.000 metros de altitude entre os pontos próximos. Desde o início desta pesquisa sobre zoneamento bioclimático, havia uma expectativa em relação à homogeneidade climática dos *Llanos orientais* dados à característica topográfica regular e por apresentar, entre si, altitudes muito próximas. No entanto, esta região apresenta várias zonas, mas não com a altitude como fator determinante, e sim a umidade do ar. Quanto à região do *altiplano* se apresenta como a mais homogênea.

Do ponto de vista construtivo, podemos indicar que o Zoneamento Bioclimático proposto neste trabalho, na qual resultou no detalhamento de oito zonas, conseguiu “desmembrar” as especificidades bioclimáticas destas grandes regiões (*Llanos*, *Valles* e *Altiplanos*).

As temperaturas mais baixas se registram na zona 1, o que faz com que necessite de aquecimento artificial o ano inteiro. A baixa pluviosidade configura sua característica desértica que se reflete também na escassa população. A zona 2 se encontra aproximadamente na mesma cota altitudinal, embora as condições climáticas sejam menos agrestes, diferem na opção de utilizar a inércia térmica para o aquecimento, já que essa necessidade é menor.

A zona 3 é caracterizada por ter duas condições climáticas - fria e confortável na maior parte do ano - com calor suave nas horas mais quentes do verão. Entretanto, na zona 4, o frio é menor. Para contê-lo é suficiente a utilização de duas estratégias: de aquecimento solar e por inércia térmica.

A zona 5 apresenta um verão quente e úmido. Para restaurar o conforto é necessário utilizar a ventilação como estratégia de refrigeração.

Para a zona 6 são aplicáveis todas as estratégias passivas de condicionamento térmico. A estação do inverno é curta, o que predominará nesta região é a do verão assim como na zona 7; no entanto, para esta zona, o período que vai de outubro a março é a época mais quente da região, e para amenizar o rigor do clima é preciso utilizar a refrigeração artificial. Por fim, a zona 8 apresenta características similares às duas zonas anteriores, mas para recuperar o bem estar, as estratégias mais utilizadas no verão, é a da ventilação e no inverno, são as de aquecimento solar e por inércia térmica.

A partir da caracterização bioclimática do território boliviano e da análise das arquiteturas vernáculas, observou-se que as solicitações de estratégias e as medidas corretivas arquitetônicas sugeridas pelos métodos de análise bioclimáticos utilizados para o estudo dos exemplos de arquitetura vernácula, coincidem em grande parte com as soluções construtivas vernáculas das zonas bioclimáticas, o que valida a descrição bioclimática proposta para o território boliviano.

Portanto, o zoneamento proposto pode contribuir na melhoria do desempenho térmico das edificações ao expor as especificidades bioclimáticas das oito regiões dentro do território boliviano.

Como sugestão de trabalhos futuros, podemos indicar a determinação de diretrizes de correção bioclimática a nível arquitetônico, para cada uma das zonas em função das estratégias requeridas já determinadas até o momento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBRIZ, J.; GARCIA, J.; PAREDES, H. Determinación experimental de las condiciones de confort térmico en edificaciones **Energía Racional**, Mexico, D.F., n. 59, p. 17-22, 30 abr. 2006.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING, AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **2001 ASHRAE Fundamental Handbook (SI)**: 2001.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATION AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, INC. **Thermal Environmental Conditions For Human Occupancy**: ANSI/ASHRAE Standard 55-2004. Atlanta, 2004.

ARCE, M. **Interpolación Espacial** 2001. Apostila (Análisis Espacial) - Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Bienal José Miguel Miguel Aroztegui: apresentação**. Disponível em: <<http://www.antac.org.br>> Acesso em: 2005.

AUSTRALIAN GREENHOUSE OFFICE. **Feasibility Study - A National Approach to Energy Efficiency Measures For Houses**. Disponível em:

<www.greenhouse.gov.au/energyefficiency/buildings> Acesso em: 2005.

BERENGER, R. J. **Tiwanaku, Señores del Lago Sagrado** 1 ed. Santiago de Chile: Morgan Impresores, p000. 119 p.

BOERO, R. H. **Descubriendo Bolivia** 2 ed. Cochabamba: Los Amigos del Libro, 1994.

BOLLINGER ARMIN. **Así Construían Los Inkas** 1 ed. Cochabamba: Los Amigos del Libro, 1997. 311 p. (Descubra Bolivia.)

CALLISAYA, P.; ORTIZ, J.; SALAZAR, L. **Entre el crepúsculo y la claridad del amanecer de los primeros en el mundo andino, Los Uru** Oruro: Taller De História Oral andina (THOA), 2003. 58 p.

CELIS, F. Arquitectura Bioclimática, conceptos básicos y panorama actual **Boletín Ciudades para un Futuro más Sostenible (CF+S)**, n. 14, nov. 2000. Disponível em <<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/afcel.html>>. Acesso em: 09 ago. 2006.

CENTELLA, A.; CASTILLO, L.; AGUILAR, A. **Escenarios climáticos de referencia para la República de el Salvador** San Salvador: Centro Nacional del Clima, 1998. 24 p. Proyecto PNUND ELS97G32.

CHÁVEZ DEL VALLE, F. **Zona variable de confort térmico** Barcelona, 2002. 159 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Universidad Politécnica de Cataluña, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona.

CORREO DEL SUR. Los Climas de Bolivia **Correo del Sur**, Sucre, 13 jun. 2005a. Suplemento Atlas Histórico Geográfico, Fascículo 19, p. 298-304.

CORREO DEL SUR. Bolivia Prehispánica: De Wankarani a Tiahuanaco **Correo del Sur**, Sucre, 9 maio 2005b. Suplemento Atlas Histórico Geográfico, Fascículo 9, p. 129-144.

CZAJKOWSKI, J. D.; ROSENFELD, E. Datos Meteorológicos de 154 localidades de la República Argentina que incorporan Variables Bioclimáticas de uso Normativo *In: 16A REUNIÓN DE TRABAJO DE ASADES (ASOCIACIÓN ARGENTINA DE ENERGÍA SOLAR)*, 16, 1993, La Plata, 1993.

CZAJKOWSKI; J; D, GOMES; A. F. Capítulo 2: Clima y Arquitectura *In: **Introducción al diseño bioclimático y la economía energética edilicia***. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata ed. : Arquitectura y Instalaciones, 1994. 15.
www.arquinstal.com.ar. Acceso em: 2006.

DE DEAR, R.; BRAGER, G.; COOPER, D. **Developing an adaptivemodel of thermal confort and preference**: ASHRAE Inc., 1997. 312 p.

EECKHOUT, P. Reyes del Sol y señores de la Luna: inkas e ychsma en Pachacámac **Revista De Antropología Chilena**, Arica, 2004. 2, 36, p. 495-503.

ESCALANTE, M. J. **Arquitectura Prehispánica En Los Andes Bolivianos** 3 ed. La Paz: Producciones Cima, 1997.

EVANS, J. Zonificación Bioclimática en Latinoamérica para una Arquitectura Sustentable **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente** , Buenos Aires, v. 8, n. 1, p. 163-168, 2004.

FANGER, P.O. **Termal Confort**, Analysis and Applications in Environmental Engineering, Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.

FRAMPTON, KENNETH. Lugar, forma e identidad hacia una teoría del regionalismo crítico *in: FERNÁNDEZ, A (Ed). **Nueva Arquitectura en América Latina: Presente y Futuro***. 1 ed. España: Gustavo Gilli, 1990. p. 9-18.

GALDEANO E. Globalización versus región en la arquitectura Latinoamericana **Revista Digital de la FAU-UNNE**, Chaco Argentina, n. 2, 2002.

<<http://arq.unne.edu.ar/publicaciones/areadigital/area6/principal/conjmarcos6.html>>
Acceso em: 05 jun. 2005.

GISBERT, T. **Oruro: Catalogo de su patrimonio arquitectónico urbano y rural** La Paz: Don Bosco, 1993. 200 p.

GIVONI, B. **Man, Climate and Architecture**. 2 ed. London: Applied Science Publishers Ltda, 1981. 483 p. (Architectural Science Series)

GIVONI, B. Confort, climate analysis and building design guidelines. **Energy and Building**, v. 18, p. 11-23, 1992.

GIVONI, B. **Climate Considerations in Building and Urban Design**. 1 ed. Unit State of America: John Wiley & Sons, Inc. 1998. 464 p.

GONZÁLEZ, E.; HINZ, E.; DE OTEIZA, P.; QUIROZ, C. **Proyecto Clima y Arquitectura** 1 ed. México, D.F.: G. Gili, 1986. 198 p. (Arquitectura Latinoamericana.) v. 1.

GONZÁLEZ, E. Algunas Reflexiones sobre la Arquitectura Bioclimática en Nuestras Ciudades. *In*: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE O CONFORTO NO AMBIENTE CONTRUÍDO, 6., 2001, São Pedro: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Contruído, CD-ROM.

GOODCHILD, M. F.; KEMP, K. K. **NCGIA Core Curriculum 1990 Version** Santa Barbara, CA: University of California National Center for Geographic Information and Analysis.

GOULDING, J.; LEWIS J. **Bioclimatic Architecture: Thermie Programme Action N° DIS-0162-95-irl**. Dublin: LIOR E. E. I. G., 1997. 27 p.

GRASSO, D.; QUEREJAZU, R. 30.000 Años de Prehistoria en Bolivia 1 ed. La Paz: Los Amigos del Libro, 1986.

GREGÓRIO, C; BASSO, A. Apropriação e Eficiência dos Brise-Soleil: o caso de Londrina (PR) Ambiente Construído, Porto Alegre, out. 2005. 5, p. 29-45.

HASTORF, C.BANDY, M.; AYON, R.; Proyecto Arqueológico Taraco: 1999
Excavaciones en Chiripa, Bolivia La Paz: Dirección Nacional de Arqueología y Antropología de Bolivia, 2000. 31p. Disponible em:
<<http://andean.kulture.org/bandy/TAP-1998-informe-spanish.pdf>> Acceso em: 9 abr 2006.

HENNINGS E. V. **La identidad de los pueblos, una aproximación milenaria: Los Chipayas** Disponible em:
<www.architecthum.edu.mx/Architecthumtemp/ensayos/chiyapas.htm> Acceso em: 10 jul 2005.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, **Atlas de Bolivia** 1ed. Barcelona: Geomundo, 1985.

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR & MULTISOFT. **Atlas Digital de Bolivia** La Paz, 2001. CD-ROM.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA / I.N.E. **Bolivia: Población por Censos Según Departamento, Área Geográfica y Sexo, Censos de 1950-1976-1992-2001** Disponible em: <<http://www.ine.gov.bo/cgi-bin/piwdie1xx.exe/TIPO>> Acceso em: 05 ago 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN/INN - CHILE. NORMA CHILENA OFICIAL/NCH 1079.OF77. **Arquitectura y Construcción - Zonificación Climático Habitacional para Chile y Recomendaciones para el Diseño Arquitectónico** : Santiago - Chile, 1977.

IZARD, J.L; GUYOT, A. **Arquitectura Bioclimática** 2 ed. Mexico, D.F.: G. Gili, 1983. 192 p. (Tecnología y Arquitectura)

JONES, L. D. **Arquitectura y Entorno** 1 ed. : Art Blume. S. L., 2002. 225 p.

KENNING, W. **Bolivia Espectacular** 1 ed.: Santa Cruz, 2003. 128 p.

LAM, C, JOSEPH; YANG, LIU; LUI, JIAPING. Development of Passive Design Zones in China Using Bioclimatic Approach. **Energy Conversion And Management**, 2005. 47, p. 746-762.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L. **Eficiência Energética na Arquitetura** 1 ed. : PW - São Paulo, 1997. 192 p.

LOBO, D.; GABRIELS, D.; OVALLES, F.; SANTIBAÑEZ, F. **Guía metodológica para la elaboración del mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de América Latina y El Caribe** Santiago de Chile, 2004. 66 p.

MASCARÓ, LUCIA R. de. **Luz, clima e arquitetura**. 3 ed. São Paulo : Nobel, 1983. 189 p.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. **Manual de Aplicación Reglamentación Térmica Ordenanza General de Urbanismo y Construcción** Santiago - Chile, 1999. 34 p.

MIRANDA-SALAS, M; CONDAL, A. R. Importancia del análisis estadístico exploratorio en el proceso de interpolación espacial: caso de estudio Reserva Florestal Valdivia **Bosque (Valdivia)**, Valdivia, 2003 *Bosque*, v. 24, n. 2, p. 29-42.

MORILLÓN, D.; SALDAÑA, R.; CASTAÑEDA, T.; MIRANDA, U. Atlas bioclimático de la República Mexicana **Energías Renovables y Medio Ambiente**, Argentina, v. 10, p. 57-62, 2002a.

MORILLÓN, D. Impacto Térmico, Energético y Ambiental de la Envolvente Arquitectónica vs Confort in: GRUPO NORIEGA **Estudios de Arquitectura Bioclimática**. Mexico, D.F.: Limusa, 2002b. p. 95-105.

MORILLÓN, G. DAVID; SALDAÑA, F. RICARDO; TEJEDA, M. ADALBERTO. Human bioclimatic atlas for Mexico **Elsevier**, 2003.

NIELSEN, A. E. Evolución del espacio doméstico en el norte de LÍpez (Potosí, Bolivia): c. 900-1700 DC **Estudios Atacameños** , San Pedro de Atacama, n. 21, p. 41-62, 2001.

NIELSEN A. E. Asentamientos, Conflicto y cambio social en el altiplano de LÍpez (Potosí) **Revista Española de Antropología Americana**, n. 32, p. 179-205, 2002.

NIELSEN, A.; CALCINA, J.; QUISPE, B. Arqueología, turismo y comunidades originarias: Una experiencia en el nor LÍpez (Potosí, Bolivia) **Revista De Antropología Chilena**, v. 35, n. 2, p. 369-377, Jan 2003.

OLGYAY, VICTOR. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas** 2 ed. Barcelona: G. Gili, 2002. 203 p.

OLIVER, PAUL. **Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World**. 1 ed. United Kingdom: University Press Cambridge, 1998. v. 1.

OSCAR CORBELLAS & SIMOS YANNAS. **Em busca de uma arquitetura Sustentável para os tropicos, conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003. 288 p.

PÉREZ, A. Del Arcaico A Las Aldeas Wankarani **Estudios y Análisis Arqueológicos**, La Paz, n. 3, p. 56-75, 2005.

PIZARRO, T ROBERTO; RAMIREZ, B, CLAUDIO; FLORES V, JUAN PABLO. Análisis comparativo de cinco métodos para la estimación de precipitaciones areales anuales en períodos extremos **Bosque**, Valdivia, Dic 2003. 3, 24, p. 31-38,

POSNANSKY ARTHUR. **Tihuanacu La Cuna Del Hombre Americano** New York: J. J. Austin, 1945. v. 1.

PUPPO, E.; PUPPO, G. **Aconcionamiento natural y arquitectura: ecología en arquitectura** 2 ed. Barcelona: Marcombo, 1979. 220 p.

- RIVAS, M. **Mapa de Series, Geoseries y Geopermaseries de Vegetación de España**
Disponível em: <<http://www.globalbioclimatics.org>> Acesso em: 12 dic 2006.
- RIVERA, S. O. Apuntes de Arquitectura en los Andes Centrales in: LOS AMIGOS DEL LIBRO **Así Construían los Inkas**. 1 ed. Cochabamba, 1997. p. 9-83.
- RIVERO, R. **Arquitetura e clima. Acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre: DC Luzzatto, 1986. 278 p.
- RORIZ, M.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. A First Step Towards The Brazilian Standardisation on Thermal Performance of Buildings. *In*: COTEDI, 2000.
- RORIZ, M.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. Um Zoneamento Bioclimático para a arquitetura no Brasil *In*: II JORNADA SOBRE CLIMA E APLICAÇÕES NA CPLP, 2001, Alagoas. , 2001a. p. 7
- RORIZ, M. **Engenharia de segurança do trabalho, higiene do trabalho** São Carlos, 2001b. 75 f. Apostila (Curso de Especialização Latu Sensu) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos.
- RORIZ, M. Un método y un ejemplo de interpolación geográfica de temperatura y humedades in: GRUPO NORIEGA **Estudios de Arquitectura Bioclimática**. Mexico, D.F.: Limusa, 2002. p. 205-214.
- RORIZ, M. Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: Uma hipótese de modelo adaptativo. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 2003, Curitiba. **Anais ENCAC-COTEDI 2003**. , 2005. 1 CD. Acesso em: 20 abr. 2006.
- RORIZ, M. **ABC Architetural Bioclimatic Classification** Federal University of São Carlos (São Paulo) Brasil: Maurício Roriz, 2006. Free software based on Bioclimatic Chart proposed by Baruch Givoni.

SARRÍA, F. **Sistemas de Información Geográfica** 2006. 239 f. Apostila Sistemas de Información Geográfica de la licenciatura de Ciencias ambientales e Introducción a los Sistemas de Información Geográficas de la Licenciatura de Geografía, Universidad de Murcia.

SERRA, F.; COCH, R. **Arquitectura y energía natural** Barcelona: Editions UPC, 1995.

SOBOCE / SOCIEDAD BOLIVIANA DE CEMENTO S.A. **Los Cimientos de Santa Cruz** ECCO Publicidad Integral ed. : La Papelera, 1997.

TURNER, L. **Climate and Architecture** Apostila do curso de Introduction to the Atmosphere. Florida, 01 dez 2003.

VALERA, B. F. **El Tiempo y El Clima Como Condicionantes De Las Actividades Humanas** Disponível em:

<http://www.escet.urjc.es/~fisica/Docencia/CCAA/meteo/clima/Bernal_tiempoyClima.pdf

> Acesso em: 23 nov. 2005.

ANEXOS

ANEXO I

Normais Climatológicas das estações do território boliviano e de países vizinhos

"Apolo"	BO	I	-14,73	-68,53	1406	85151	18,78	26,23	20,83	21,91	22,06	22,09
Tmed	21,74	21,43	21,52	21,25	20,31	19,10	18,78	26,23	20,83	21,91	22,06	22,09
Tmax	26,93	26,65	26,74	26,67	25,77	24,68	24,76	26,45	27,39	28,24	27,80	27,59
Tmin	16,55	15,92	16,32	15,82	14,92	13,69	12,93	13,55	14,31	15,81	16,39	16,67
Pnb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
UR	76	77	76	76	73	72	70	66	66	68	72	74
Chu	231	237	191	130	61	39	32	48	62	143	168	199
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
DirVen	5	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
VelVen	11	11	9	10	11	13	13	13	14	12	11	12
VelVen	11	11	9	10	11	13	13	13	14	12	11	12
"Camiri"	BO	I	-20,05	-63,57	810	85315						
Tmed	25,25	24,49	23,94	21,59	19,03	17,12	17,06	19,07	21,34	24,07	24,88	25,34
Tmax	31,41	30,32	29,70	26,92	24,59	23,49	24,68	27,51	29,07	31,50	31,61	31,79
Tmin	19,09	18,69	18,22	16,22	13,13	10,69	9,69	10,60	13,56	16,85	19,68	18,68
Pnb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
UR	70	72	73	75	75	72	63	57	54	56	60	65
Chu	163	138	124	67	23	11	10	8	23	40	66	158
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
DirVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
VelVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
VelVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
"Villamontes"	BO	I	21,25	63,45	397	85345						
Tmed	26,58	26,06	25,25	22,29	19,65	17,21	16,82	19,40	21,96	25,62	26,35	27,30
Tmax	34,27	33,02	32,02	28,30	26,15	24,41	25,40	28,96	31,27	33,96	33,72	34,83
Tmin	19,97	19,08	18,56	16,04	13,19	10,41	8,13	10,16	12,77	17,47	18,66	19,89
Pnb	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
UR	67	71	71	76	75	70	60	54	52	53	58	63
Chu	136	123	130	88	28	6	4	7	9	46	72	116
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
DirVen	130	110	124	133	138	154	163	174	150	145	146	111
VelVen	6	6	5	4	4	5	7	9	10	10	9	8
VelVen	6	6	5	4	4	5	7	9	10	10	9	8
"Riberalta"	BO	I	11,02	66,08	135	85043						
Tmed	26,69	26,64	26,86	26,65	25,89	24,54	24,59	25,73	26,72	27,53	27,11	27,00
Tmax	31,37	31,48	31,74	31,69	31,27	30,63	31,70	32,89	33,25	33,41	32,32	31,73
Tmin	22,13	21,91	21,97	21,58	20,45	18,43	17,43	18,55	20,20	21,65	21,80	22,22
Pnb	99	99	99	99	100	100	100	100	99	99	99	99
UR	82	82	81	80	79	77	72	69	70	73	78	80
Chu	313	281	254	172	64	30	19	22	71	147	219	264
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
DirVen	39	45	0	3	75	61	101	124	88	73	107	19
VelVen	4	3	3	3	3	3	4	4	5	5	4	4
VelVen	4	3	3	3	3	3	4	4	5	5	4	4
"Yacuiba"	BO	I	22,02	63,70	643	85365						
Tmed	25,27	24,54	23,33	20,48	17,95	15,38	15,15	17,40	20,03	23,18	24,27	25,13
Tmax	31,28	30,20	28,53	25,35	23,20	21,02	22,32	25,50	27,67	30,27	30,87	31,32
Tmin	19,25	18,86	18,21	15,60	12,69	9,74	8,04	9,38	12,33	16,04	17,64	18,93
Pnb	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
UR	69	72	75	79	78	76	66	56	52	55	60	66
Chu	205	184	196	99	34	18	6	8	10	53	112	169
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
DirVen	122	124	105	101	88	127	77	103	115	108	85	99
VelVen	8	8	8	7	7	7	9	11	12	12	11	9

"Ascención de guarayos"												
Tmed	BO	I	15,70	63,10	246	85175	21,70	23,57	25,19	26,90	26,80	26,60
	26,60	26,14	26,12	25,12	23,02	21,84	28,20	30,55	31,52	32,85	32,03	31,06
Tmax	31,00	30,76	30,83	30,12	28,04	27,38	28,20	30,55	31,52	32,85	32,03	31,06
Tmin	22,17	21,53	21,35	20,10	18,02	16,30	15,13	16,60	18,78	20,95	21,58	22,11
Pmb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
UR	84	84	85	83	82	80	72	69	66	73	77	82
Chu	251	216	174	90	75	44	22	48	75	95	193	233
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
DirVen	163	140	117	132	164	112	152	191	197	161	156	174
VelVen	7	7	7	9	9	9	12	11	12	10	10	8
"Viacha"												
Tmed	BO	I	16,65	68,3	3850	-999	2,57	4,23	6,25	8,35	9,52	10,47
	10,55	10,26	9,86	7,52	4,75	2,84	17,98	19,08	20,02	21,11	21,60	21,19
Tmax	20,53	20,07	20,06	19,90	19,06	18,08	17,98	19,08	20,02	21,11	21,60	21,19
Tmin	0,57	0,45	-0,35	-4,87	-9,56	-12,40	-12,85	-10,61	-7,52	-4,41	-2,57	-0,25
Pmb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
UR	61	60	61	56	48	48	44	45	45	47	49	51
Chu	135	92	68	33	12	4	6	15	28	36	50	83
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	6	5	5	4	3	2	2	3	4	4	4	5
DirVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
VelVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
"Puerto Suarez"												
Tmed	BO	I	19,00	57,73	133	85289	21,45	23,46	25,16	27,67	27,84	28,23
	28,23	27,68	27,56	26,04	23,52	21,74	26,90	29,25	30,70	33,22	33,00	33,10
Tmax	33,08	32,43	32,18	30,92	28,20	26,59	26,90	29,25	30,70	33,22	33,00	33,10
Tmin	23,31	22,81	22,87	21,01	18,52	16,78	16,00	17,55	19,57	22,05	22,63	23,28
Pmb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
UR	77	77	77	77	77	76	69	65	64	65	69	74
Chu	200	137	134	74	62	21	22	31	49	78	135	169
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
DirVen	76	59	35	72	82	78	86	88	88	57	47	41
VelVen	6	6	4	6	7	8	10	10	10	10	8	7
"Patacamaya"												
Tmed	BO	I	17,25	67,57	3789	-999	3,28	5,04	7,06	8,54	9,81	10,77
	10,83	10,34	9,99	7,95	5,41	3,47	18,61	19,78	20,85	22,17	22,72	22,66
Tmax	20,71	20,35	20,65	20,58	19,87	18,45	-12,05	-9,70	-6,72	-5,08	-3,09	-1,13
Tmin	0,95	0,32	-0,68	-4,67	-9,06	-11,51	-12,05	-9,70	-6,72	-5,08	-3,09	-1,13
Pmb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
UR	65	63	62	55	44	43	43	45	49	48	48	55
Chu	107	67	56	20	6	6	6	9	21	23	32	62
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	5	5	4	3	2	2	1	2	3	3	3	4
DirVen	28	56	40	34	60	99	60	76	45	25	56	20
VelVen	10	10	11	8	6	9	9	13	13	13	12	12
"Magdalena"												
Tmed	BO	I	13,33	64,45	141	85114	24,32	25,73	26,67	27,68	27,15	27,11
	27,00	26,93	27,14	26,96	25,75	24,28	31,66	33,28	33,37	33,74	32,35	31,79
Tmax	31,46	31,41	31,77	31,86	31,03	30,51	31,66	33,28	33,37	33,74	32,35	31,79
Tmin	22,51	22,42	22,48	22,03	20,41	18,02	16,94	18,08	19,89	21,60	21,92	22,44
Pmb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
UR	83	81	81	80	78	74	68	65	67	78	81	81
Chu	273	254	242	129	66	21	19	26	71	128	200	228
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
DirVen	254	232	228	210	170	185	120	170	227	202	202	217
VelVen	9	7	6	5	5	5	7	7	8	9	8	9

"Rurrenabaque"													
Tmed	BO	2	-14.46	-67.48	204	851410	23.88	25.91	27.10	28.26	28.01	27.76	
			27.62	27.43	27.01	24.92	24.08	24.73	27.10	28.26	28.01	27.76	
Tmax			30.98	30.62	28.35	27.73	28.07	30.61	31.64	32.28	31.79	31.15	
Tmin			22.25	20.73	19.01	17.71	16.36	17.28	18.85	20.91	21.41	22.36	
Pmb			101	101	101	102	102	102	101	101	101	101	
UR			82	80	80	81	78	73	71	74	76	81	
Chu			233	181	120	86	77	53	69	136	140	183	
Vis			18	20	21	20	20	13	12	17	19	18	
Nub			-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	
DirVen			-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	
VelVen			5	4	5	5	5	6	7	7	7	6	
"San Borja"													
Tmed	BO	2	-14.86	-66.75	194	851520	24.48	26.24	27.91	29.00	28.74	28.21	
			28.21	27.70	25.27	23.86	24.48	26.24	27.91	29.00	28.74	28.21	
Tmax			32.09	31.12	29.47	28.04	29.26	31.61	33.18	33.54	32.79	32.17	
Tmin			22.44	20.93	18.72	17.43	16.72	17.21	19.09	20.84	21.60	22.17	
Pmb			101	101	101	101	101	101	101	101	101	101	
UR			77	77	75	76	72	65	63	66	70	75	
Chu			146	103	51	39	33	26	42	62	83	115	
Vis			42	44	45	42	36	16	13	31	42	42	
Nub			-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	
DirVen			-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	
VelVen			8	7	8	9	9	10	10	11	11	10	
"San Ignacio De Moxos"													
Tmed	BO	2	-14.91	-65.63	160	851530	23.71	26.20	27.47	29.30	28.98	28.61	
			28.32	27.65	25.34	24.68	23.71	26.20	27.47	29.30	28.98	28.61	
Tmax			31.80	30.03	29.58	28.85	28.51	32.13	32.49	33.63	32.81	31.85	
Tmin			22.77	20.67	18.29	16.97	14.72	16.06	18.90	21.23	22.25	22.48	
Pmb			101	101	101	101	102	101	101	101	101	101	
UR			78	78	74	75	65	61	63	66	71	75	
Chu			135	62	45	14	8	6	40	45	62	128	
Vis			28	27	29	33	27	10	9	20	25	26	
Nub			-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	
DirVen			-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	
VelVen			10	8	8	10	10	8	10	9	11	9	
"San Ignacio De Velasco"													
Tmed	BO	2	-16.38	-60.95	413	852070	23.28	25.43	26.76	28.03	27.58	27.06	
			27.12	26.46	23.46	22.78	23.28	25.43	26.76	28.03	27.58	27.06	
Tmax			30.96	30.48	29.79	27.64	28.74	31.14	31.88	32.70	31.83	30.91	
Tmin			21.90	21.21	16.77	15.13	13.94	15.84	18.41	20.84	20.98	21.65	
Pmb			101	101	102	102	102	102	101	101	101	101	
UR			75	77	73	71	61	55	56	63	68	74	
Chu			135	93	45	24	12	21	54	63	87	148	
Vis			17	17	18	18	19	12	12	16	17	16	
Nub			-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	
DirVen			-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	
VelVen			9	7	8	10	10	11	11	11	10	10	
"San Javier"													
Tmed	BO	2	-16.26	-62.42	534	851950	22.13	24.73	25.87	26.78	26.45	25.45	
			26.21	25.62	22.73	22.27	22.13	24.73	25.87	26.78	26.45	25.45	
Tmax			29.55	28.27	26.25	25.80	26.34	29.08	29.88	30.52	29.73	28.49	
Tmin			20.89	20.25	16.57	15.66	14.34	16.46	18.04	19.85	20.06	20.62	
Pmb			101	101	102	102	102	102	101	101	101	101	
UR			79	80	76	76	67	61	60	68	73	81	
Chu			97	82	33	18	15	19	45	65	106	94	
Vis			25	24	25	28	26	11	10	18	24	23	
Nub			-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	
DirVen			-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	
VelVen			9	10	10	14	15	15	14	13	14	12	

ANEXO II

Classificação de todas as cidades do território boliviano, dentro do zoneamento estabelecido

Cidade	Departamento	Latitude	Longitude	Altitude	Zona Bioclimática
Puripica	Potosi	-22,63	-67,55	4530	Zona 1
Rio Blanco	Potosi	-22,63	-67,83	4937	Zona 1
Yumbia	Tarija	-21,08	-63,97	556	Zona 2
Pirapi	Chuquisaca	-20,92	-64,10	625	Zona 2
Itayobe	Chuquisaca	-20,88	-63,97	674	Zona 2
Atirindia	Chuquisaca	-20,85	-63,93	674	Zona 2
Vertientes Sulfhidricas	Tarija	-22,43	-64,52	683	Zona 2
Tibope	Chuquisaca	-20,87	-63,95	686	Zona 2
Gambor	Tarija	-22,17	-64,18	694	Zona 2
Casay Piedra	Tarija	-21,00	-63,97	712	Zona 2
La Goma	Tarija	-22,52	-64,47	716	Zona 2
Ivopeti	Tarija	-21,08	-63,95	723	Zona 2
Pilcomayo	Tarija	-21,08	-63,95	723	Zona 2
Agua Hedionda	Chuquisaca	-20,90	-64,10	726	Zona 2
Pilcamayo	Chuquisaca	-20,90	-64,10	726	Zona 2
El Angosto	Tarija	-22,47	-64,50	729	Zona 2
Yacupita	Chuquisaca	-20,93	-64,10	729	Zona 2
Limal	Tarija	-22,38	-64,55	731	Zona 2
Canada Grande	Tarija	-22,48	-64,48	737	Zona 2
Chupadero	Tarija	-22,45	-64,52	742	Zona 2
La Challana	Chuquisaca	-20,97	-64,02	748	Zona 2
Villa Esperanza	Chuquisaca	-20,83	-63,92	750	Zona 2
Emeterio	Tarija	-22,40	-64,55	758	Zona 2
Guadacaya	Tarija	-22,40	-64,55	758	Zona 2
Talaba Naranjal	Tarija	-22,40	-64,55	758	Zona 2
Bala Puca	Tarija	-22,50	-64,47	760	Zona 2
Cutamunbia	Chuquisaca	-20,70	-64,18	783	Zona 2
Cuba	Chuquisaca	-20,82	-63,97	784	Zona 2
Tacugacho	Chuquisaca	-20,78	-63,92	793	Zona 2
Mandiuti	Chuquisaca	-20,83	-63,97	800	Zona 2
Pozala Laja Pozo	Tarija	-22,47	-64,52	802	Zona 2
Isiri	Tarija	-21,17	-64,08	803	Zona 2
Buena Vista	Chuquisaca	-20,75	-63,92	822	Zona 2
Canas	Tarija	-22,45	-64,50	834	Zona 2
Nahurienda	Tarija	-21,13	-64,08	847	Zona 2
Yairi	Chuquisaca	-20,93	-64,05	849	Zona 2
Marca Cancha	Tarija	-21,03	-64,17	855	Zona 2
Nunez	Chuquisaca	-20,78	-63,97	856	Zona 2
El Saladito Norte	Tarija	-21,28	-64,12	868	Zona 2
Napichan	Chuquisaca	-20,87	-63,98	871	Zona 2
Toriri	Tarija	-21,15	-64,10	872	Zona 2
Cambari	Chuquisaca	-20,87	-64,08	872	Zona 2
Tartagalito	Chuquisaca	-20,87	-64,08	872	Zona 2
Naranjitas	Chuquisaca	-20,67	-64,23	874	Zona 2
La Cueva	Tarija	-21,27	-64,12	879	Zona 2
Saladito Sud	Tarija	-21,33	-64,12	882	Zona 2
Isla del Criston	Tarija	-22,35	-64,60	901	Zona 2
La Guardia	Tarija	-22,35	-64,60	901	Zona 2
Talaba	Tarija	-22,05	-64,33	905	Zona 2
El Saladito	Tarija	-21,32	-64,17	912	Zona 2
Yacapuco	Chuquisaca	-20,78	-64,03	914	Zona 2
Pedernal	Tarija	-22,40	-64,47	919	Zona 2
Nogalito	Tarija	-22,48	-64,53	923	Zona 2

San Josecito	Tarija	-21,13	-64,20	935	Zona 2
Gramal	Santa Cruz	-18,63	-64,32	945	Zona 2
Cambay	Chuquisaca	-20,75	-63,97	948	Zona 2
Canada del Paraguay	Tarija	-22,50	-64,48	951	Zona 2
Salado	Chuquisaca	-20,75	-64,07	952	Zona 2
Los Sotos	Chuquisaca	-20,95	-63,92	955	Zona 2
Vallecito	Chuquisaca	-20,83	-64,23	958	Zona 2
Santa Rosa	Tarija	-21,87	-64,15	969	Zona 2
Anarenda	Tarija	-21,07	-64,10	971	Zona 2
Pilcomayo	Tarija	-21,07	-64,05	974	Zona 2
Puca Mayu	Chuquisaca	-20,63	-64,27	980	Zona 2
Aguaditas	Tarija	-21,35	-64,13	981	Zona 2
El Palmar	Chuquisaca	-20,88	-64,25	983	Zona 2
Pata y Gallina	Chuquisaca	-20,60	-64,15	991	Zona 2
Chiquiaca	Tarija	-21,83	-64,13	992	Zona 2
Huirapitinde	Chuquisaca	-20,98	-63,97	994	Zona 2
Arenal	Tarija	-22,27	-64,48	995	Zona 2
Timboy	Tarija	-21,13	-64,10	998	Zona 2
Embrozu	Tarija	-22,30	-64,58	1006	Zona 2
Serere	Tarija	-21,43	-64,10	1007	Zona 2
La Palca	Tarija	-21,10	-64,10	1013	Zona 2
San Isidro	Chuquisaca	-20,63	-64,03	1014	Zona 2
Nacamiri	Chuquisaca	-20,68	-64,05	1016	Zona 2
Uruguay	Chuquisaca	-20,52	-64,15	1020	Zona 2
Coyambuyo	Tarija	-22,27	-64,58	1023	Zona 2
Arenal	Tarija	-22,30	-64,52	1023	Zona 2
Huirasay	Chuquisaca	-20,62	-64,00	1032	Zona 2
Yana Yahua	Chuquisaca	-20,68	-64,13	1035	Zona 2
Uruguayito	Chuquisaca	-20,50	-64,15	1042	Zona 2
Lacayotal	Chuquisaca	-20,35	-63,97	1042	Zona 2
San Simon	Tarija	-21,40	-64,10	1043	Zona 2
Zappalero	Chuquisaca	-20,70	-64,17	1048	Zona 2
Timboycito	Chuquisaca	-20,75	-64,15	1060	Zona 2
Matovi	Tarija	-22,08	-64,40	1069	Zona 2
Orcote	Chuquisaca	-20,80	-64,30	1071	Zona 2
Ingre	Chuquisaca	-20,60	-63,93	1079	Zona 2
Palmas	Chuquisaca	-20,97	-64,22	1080	Zona 2
La Veta	Tarija	-21,87	-64,25	1083	Zona 2
Santiago	Tarija	-21,72	-64,22	1085	Zona 2
Angosto	Chuquisaca	-20,38	-64,02	1087	Zona 2
La Cueva	Tarija	-21,68	-64,20	1092	Zona 2
Yerenda	Chuquisaca	-20,58	-63,98	1095	Zona 2
Lacayotal	Chuquisaca	-20,47	-64,12	1099	Zona 2
El Monzara	Tarija	-21,13	-64,33	1100	Zona 2
Canas	Tarija	-21,95	-64,38	1102	Zona 2
Tamigua	Chuquisaca	-20,58	-63,92	1102	Zona 2
San Vicama	Chuquisaca	-22,07	-64,40	1103	Zona 2
Agua Castilla	Chuquisaca	-21,00	-64,60	1104	Zona 2
Chillaguatas	Tarija	-22,10	-64,43	1110	Zona 2
Pedrada	Tarija	-22,05	-64,45	1123	Zona 2
Tomatirenda	Tarija	-21,12	-64,12	1125	Zona 2
El Angosto	Chuquisaca	-18,72	-64,50	1130	Zona 2
Huayco	Tarija	-21,72	-64,23	1136	Zona 2
La Quemada	Chuquisaca	-21,03	-64,58	1137	Zona 2
El Oro	Chuquisaca	-18,78	-64,32	1137	Zona 2
Abra Bejucal	Tarija	-21,53	-64,12	1137	Zona 2

La Laguna	Tarija	-21,25	-64,15	1139	Zona 2
La Saltena	Tarija	-21,25	-64,15	1139	Zona 2
Salinas	Tarija	-21,82	-64,27	1144	Zona 2
Pucamayu	Chuquisaca	-20,42	-64,25	1144	Zona 2
Quersa Mayu	Chuquisaca	-20,42	-64,25	1144	Zona 2
San Pedro	Tarija	-22,07	-64,43	1145	Zona 2
Churu	Chuquisaca	-18,67	-64,48	1150	Zona 2
Santa Clara	Tarija	-21,75	-64,25	1151	Zona 2
Santa Clara	Tarija	-21,75	-64,25	1151	Zona 2
Alarachi	Tarija	-22,20	-64,63	1153	Zona 2
Waykho	Tarija	-21,70	-64,20	1156	Zona 2
La Lajita	Chuquisaca	-18,63	-64,43	1163	Zona 2
Cambari	Tarija	-22,17	-64,38	1163	Zona 2
Carapari	Chuquisaca	-20,93	-64,70	1177	Zona 2
Vallecito	Tarija	-21,43	-64,13	1179	Zona 2
Yapucaiti	Chuquisaca	-20,75	-64,08	1181	Zona 2
Pampa Grande	Chuquisaca	-20,35	-63,98	1181	Zona 2
Carapari	Chuquisaca	-18,70	-64,50	1183	Zona 2
Chiradal	Chuquisaca	-20,68	-64,22	1191	Zona 2
Vilca	Tarija	-21,35	-64,18	1191	Zona 2
Yoguepor	Tarija	-21,35	-64,18	1191	Zona 2
Las Juntas	Chuquisaca	-20,43	-63,98	1195	Zona 2
Tontona	Tarija	-20,95	-64,73	1201	Zona 2
San Pablo	Tarija	-20,98	-64,62	1206	Zona 2
Volcan	Tarija	-21,97	-64,45	1206	Zona 2
Potreriillo	Tarija	-21,23	-64,15	1209	Zona 2
Nacarvi	Chuquisaca	-20,52	-63,98	1214	Zona 2
Itapu	Chuquisaca	-20,35	-64,02	1222	Zona 2
Rosarito	Cochabamba	-18,52	-64,78	1225	Zona 2
Pampa Redonda	Tarija	-22,00	-64,22	1229	Zona 2
Campamento Cajas	Tarija	-21,55	-64,17	1233	Zona 2
Animbo	Chuquisaca	-20,57	-64,10	1236	Zona 2
Casapailas	Chuquisaca	-18,65	-64,50	1242	Zona 2
Colmena	Tarija	-21,63	-64,18	1242	Zona 2
Huara	La Paz	-16,58	-67,43	1243	Zona 2
Huache	Chuquisaca	-20,35	-64,18	1244	Zona 2
Pacay	Chuquisaca	-20,45	-64,40	1258	Zona 2
Sidras	Chuquisaca	-20,35	-64,17	1272	Zona 2
Entre Rios	Tarija	-21,53	-64,20	1282	Zona 2
Tacurvite	Chuquisaca	-20,67	-64,07	1288	Zona 2
Motovi	Tarija	-21,98	-64,47	1291	Zona 2
San Juan del Piray	Chuquisaca	-20,40	-64,12	1292	Zona 2
Los Naranjos	Tarija	-21,53	-64,13	1300	Zona 2
Juntas	Tarija	-21,90	-64,33	1303	Zona 2
Challamarca	Tarija	-20,95	-64,77	1309	Zona 2
Zapato Kara	Chuquisaca	-20,95	-64,77	1309	Zona 2
Yumao	Chuquisaca	-20,50	-64,02	1312	Zona 2
Pucamayo	Chuquisaca	-20,35	-64,12	1314	Zona 2
Nogalar	Tarija	-22,10	-64,47	1323	Zona 2
Rueda	Tarija	-22,00	-64,47	1327	Zona 2
Sidras	Tarija	-22,23	-64,58	1335	Zona 2
Santa Barbara	Chuquisaca	-20,37	-64,57	1335	Zona 2
Santa Barbara	Chuquisaca	-20,37	-64,57	1335	Zona 2
San Simon	Tarija	-21,47	-64,18	1336	Zona 2
El Melon	Chuquisaca	-20,27	-64,10	1337	Zona 2
Timboy	Tarija	-21,83	-64,45	1351	Zona 2

San Simon	Tarija	-21,27	-64,15	1361	Zona 2
Guerero	Chuquisaca	-20,35	-64,22	1369	Zona 2
Agua Caliente	Chuquisaca	-19,58	-64,08	1371	Zona 2
Santa Lucia	Tarija	-21,32	-64,18	1377	Zona 2
Casaderos	Chuquisaca	-19,80	-64,13	1378	Zona 2
Heredia	Chuquisaca	-19,80	-64,13	1378	Zona 2
El Pajonal	Tarija	-21,48	-64,18	1379	Zona 2
Cambari	Tarija	-22,03	-64,52	1386	Zona 2
Cerrillos	Chuquisaca	-20,27	-64,18	1393	Zona 2
Cimarron	Cochabamba	-16,83	-66,82	1395	Zona 2
Quemado	Tarija	-21,47	-64,08	1401	Zona 2
Sauci Mayu	Chuquisaca	-20,40	-64,22	1403	Zona 2
Urriolagoitia	Chuquisaca	-19,18	-64,12	1404	Zona 2
Siete Tacos	Tarija	-21,18	-64,13	1405	Zona 2
Achirales	Tarija	-22,13	-64,47	1408	Zona 2
San Fernando	Chuquisaca	-20,37	-64,50	1409	Zona 2
Tariquia	Tarija	-22,00	-64,48	1414	Zona 2
Pucarillo	Chuquisaca	-19,80	-64,25	1423	Zona 2
Segura	Chuquisaca	-19,80	-64,25	1423	Zona 2
Villcapampa	Chuquisaca	-19,83	-64,18	1450	Zona 2
La Senal	Chuquisaca	-20,20	-64,23	1452	Zona 2
Abra Potrerillo	Tarija	-21,22	-64,15	1452	Zona 2
Yanallpa	Chuquisaca	-18,85	-64,52	1460	Zona 2
Acevedo	Cochabamba	-18,50	-64,98	1463	Zona 2
San Fernando	Chuquisaca	-20,43	-64,40	1466	Zona 2
Tomaterenda	Chuquisaca	-20,53	-63,95	1469	Zona 2
El Nogal	Tarija	-21,12	-64,57	1476	Zona 2
Ovejeria	Chuquisaca	-18,65	-65,10	1477	Zona 2
Lagunillas	Chuquisaca	-20,35	-64,23	1479	Zona 2
Moritecarlo	Chuquisaca	-19,53	-64,15	1482	Zona 2
Agua Buena	Tarija	-21,42	-64,15	1483	Zona 2
Rio Negro	Tarija	-22,12	-64,67	1485	Zona 2
Potreriillos	Tarija	-21,98	-64,52	1490	Zona 2
Naranja	Chuquisaca	-20,62	-64,30	1493	Zona 2
Yerba Buena	Chuquisaca	-20,25	-64,07	1496	Zona 2
Santa Rosa	Chuquisaca	-20,48	-64,67	1505	Zona 2
San Isidro	Chuquisaca	-19,03	-64,22	1509	Zona 2
Chamical	Tarija	-21,43	-64,15	1515	Zona 2
Noriega	Chuquisaca	-20,97	-64,62	1517	Zona 2
Carapiri	Cochabamba	-18,62	-65,18	1519	Zona 2
Chaiumayo	Chuquisaca	-19,87	-64,20	1519	Zona 2
Villa General Penaranda	La Paz	-15,57	-68,77	1528	Zona 2
San Jose	Potosi	-19,78	-64,02	1529	Zona 2
El Banado	Chuquisaca	-20,32	-64,18	1531	Zona 2
Sauces	Chuquisaca	-19,95	-64,20	1537	Zona 2
Balcon	Tarija	-20,97	-64,68	1540	Zona 2
Meringal	Tarija	-21,87	-64,30	1543	Zona 2
San Andres	Chuquisaca	-20,57	-64,35	1552	Zona 2
Choranbasi	La Paz	-15,48	-68,60	1554	Zona 2
Tunal	Tarija	-21,25	-64,23	1554	Zona 2
Ananea	La Paz	-15,53	-68,73	1558	Zona 2
Camos	Chuquisaca	-18,62	-65,17	1561	Zona 2
Abras de Ivio	Chuquisaca	-20,45	-64,03	1570	Zona 2
Acullani	La Paz	-16,60	-67,32	1579	Zona 2
Tipuani	Chuquisaca	-20,50	-64,52	1582	Zona 2
Jaboncillas	Chuquisaca	-20,35	-64,58	1585	Zona 2

El Veladero	Chuquisaca	-21,03	-64,32	1590	Zona 2
Huaclaya	Chuquisaca	-20,53	-64,33	1593	Zona 2
Naranjo	Chuquisaca	-20,15	-64,23	1598	Zona 2
Bojorquez	Chuquisaca	-19,75	-64,07	1599	Zona 2
Colpamayú	Chuquisaca	-20,05	-64,60	1604	Zona 2
San Juan del Piray	Chuquisaca	-20,27	-64,15	1609	Zona 2
La Ceja	Chuquisaca	-19,88	-64,18	1612	Zona 2
Pilaya	Chuquisaca	-20,95	-64,75	1614	Zona 2
Valle del Medio	Tarija	-21,58	-64,18	1629	Zona 2
San Jose	Tarija	-22,05	-64,55	1639	Zona 2
Contadero	Chuquisaca	-19,55	-64,13	1641	Zona 2
Naranjitos	Chuquisaca	-20,15	-64,20	1655	Zona 2
Bomboma	Chuquisaca	-20,42	-64,67	1661	Zona 2
San Agustín	Chuquisaca	-20,42	-64,67	1661	Zona 2
Carapari	Cochabamba	-18,58	-65,17	1676	Zona 2
Sangamanga	Chuquisaca	-18,60	-64,68	1676	Zona 2
Tabacal	Chuquisaca	-19,35	-64,18	1678	Zona 2
Angostura	Tarija	-21,68	-64,63	1681	Zona 2
San Diego Sud	Tarija	-21,40	-64,22	1695	Zona 2
Tunal	Tarija	-21,72	-64,60	1697	Zona 2
Capactala	Chuquisaca	-19,88	-64,70	1699	Zona 2
Banado	Chuquisaca	-18,96	-64,50	1699	Zona 2
Cedropampa	Chuquisaca	-19,48	-64,12	1701	Zona 2
Saipina	Chuquisaca	-18,57	-64,78	1707	Zona 2
Perez	Chuquisaca	-20,30	-64,20	1712	Zona 2
Eje Pampa	Cochabamba	-18,53	-65,17	1713	Zona 2
Rancho Campanario	Tarija	-22,03	-64,67	1725	Zona 2
Calamuchita	Tarija	-21,67	-64,62	1729	Zona 2
Rodado	Tarija	-22,03	-64,73	1738	Zona 2
Libertad	La Paz	-15,52	-68,72	1740	Zona 2
Cruz Kasa	Chuquisaca	-19,52	-64,27	1741	Zona 2
Alto Seco	Santa Cruz	-18,87	-64,12	1741	Zona 2
Aguaditas	Santa Cruz	-18,77	-64,05	1743	Zona 2
Colabamba	La Paz	-15,50	-68,68	1747	Zona 2
Matara	Cochabamba	-18,53	-65,25	1749	Zona 2
El Cerro	Chuquisaca	-19,52	-64,25	1752	Zona 2
Astillero	Chuquisaca	-19,50	-64,18	1757	Zona 2
Vallecito	Chuquisaca	-20,22	-64,13	1762	Zona 2
Galanchay	Tarija	-21,00	-64,62	1764	Zona 2
Arcos	Chuquisaca	-20,23	-64,27	1767	Zona 2
Guayacan	Chuquisaca	-18,65	-64,48	1771	Zona 2
Capilla de Bermejo	Tarija	-22,17	-64,70	1777	Zona 2
El Volcan	Tarija	-22,17	-64,70	1777	Zona 2
Ticucha	Chuquisaca	-20,47	-64,07	1778	Zona 2
Llanadas	Tarija	-21,80	-64,20	1780	Zona 2
Huayco	Tarija	-21,35	-64,25	1782	Zona 2
Loma	La Paz	-15,62	-68,78	1786	Zona 2
Huerta	Chuquisaca	-20,37	-64,60	1788	Zona 2
Chincana	Chuquisaca	-19,57	-64,13	1788	Zona 2
Thiumayu	Chuquisaca	-19,57	-64,13	1788	Zona 2
San Isidro	Tarija	-21,63	-64,63	1789	Zona 2
Catan Baja	La Paz	-15,65	-68,75	1790	Zona 2
Colon	Tarija	-21,75	-64,68	1798	Zona 2
La Piedra	Chuquisaca	-19,55	-64,15	1798	Zona 2
Pampa Grande	Tarija	-21,08	-64,57	1808	Zona 2
Pili Pili	Chuquisaca	-19,53	-64,12	1809	Zona 2

San Diego Norte	Tarija	-21,38	-64,20	1812	Zona 2
Machicoma	Chuquisaca	-18,65	-65,23	1813	Zona 2
Chocloca	Tarija	-21,72	-64,73	1815	Zona 2
Cidral	Chuquisaca	-19,67	-64,15	1815	Zona 2
Palmitas	Santa Cruz	-18,80	-64,03	1817	Zona 2
Torcotarca	Chuquisaca	-18,82	-64,75	1818	Zona 2
Desecho	Tarija	-22,05	-64,72	1818	Zona 2
Angostura	Chuquisaca	-18,83	-65,12	1819	Zona 2
Barrancas	Tarija	-21,75	-64,65	1820	Zona 2
Ancon	Tarija	-21,62	-64,67	1821	Zona 2
Piedra Pintada	Tarija	-21,62	-64,67	1821	Zona 2
Arenal	Tarija	-22,10	-64,72	1829	Zona 2
Cumbre Campanario	Tarija	-21,72	-64,58	1835	Zona 2
La Merced	Tarija	-22,08	-64,68	1837	Zona 2
Guayabos	Chuquisaca	-18,90	-64,52	1839	Zona 2
Quiabaya	La Paz	-15,62	-68,77	1843	Zona 2
Papachacra	Tarija	-21,62	-64,28	1847	Zona 2
Ladera Grande	Tarija	-21,63	-64,58	1851	Zona 2
Guadalupe	Tarija	-21,77	-64,48	1852	Zona 2
Milluckacka	Chuquisaca	-19,42	-64,32	1852	Zona 2
San Luis	Tarija	-21,60	-64,70	1853	Zona 2
Nogal	Tarija	-21,73	-64,55	1853	Zona 2
El Pincal	Chuquisaca	-20,23	-64,13	1853	Zona 2
Chuluyapu	La Paz	-15,58	-68,77	1856	Zona 2
El Canal	Chuquisaca	-20,17	-64,28	1857	Zona 2
Vina Punta	Chuquisaca	-20,30	-64,62	1858	Zona 2
Naranjito	Chuquisaca	-19,67	-64,00	1861	Zona 2
Guadalupe	Chuquisaca	-18,80	-65,13	1869	Zona 2
Lagar Pampa	Cochabamba	-18,37	-64,92	1874	Zona 2
Tolomosita	Tarija	-21,53	-64,73	1875	Zona 2
Las Juntas	Tarija	-21,75	-64,77	1876	Zona 2
Rosillas	Tarija	-21,77	-64,80	1878	Zona 2
La Loma	Chuquisaca	-20,88	-64,70	1878	Zona 2
Cieneguillas	Tarija	-21,62	-64,58	1879	Zona 2
Pomanasa	Chuquisaca	-18,53	-65,33	1881	Zona 2
Chorro	Chuquisaca	-19,45	-64,22	1881	Zona 2
Huayrihuana	Tarija	-21,78	-64,75	1882	Zona 2
Valle Marquez	Tarija	-21,67	-64,37	1885	Zona 2
Vallecito	Tarija	-21,77	-64,55	1886	Zona 2
Yutini	Cochabamba	-18,37	-64,87	1889	Zona 2
Punilla	Chuquisaca	-18,80	-64,77	1893	Zona 2
Bella Vista	La Paz	-16,22	-67,92	1902	Zona 2
Aguaypalos	Tarija	-21,17	-64,38	1906	Zona 2
Los Pinos	Santa Cruz	-18,72	-63,92	1907	Zona 2
Tarija	Tarija	-21,52	-64,75	1908	Zona 2
Tolomosa	Tarija	-21,58	-64,77	1915	Zona 2
San Jose	Chuquisaca	-19,75	-64,73	1916	Zona 2
Tomina Chico	Chuquisaca	-19,02	-64,53	1916	Zona 2
Meson	Chuquisaca	-19,70	-64,00	1916	Zona 2
Molino de Mollepata	Chuquisaca	-20,85	-64,70	1917	Zona 2
La Barca	Cochabamba	-18,57	-65,13	1918	Zona 2
Yerba Buena	Chuquisaca	-20,18	-64,20	1918	Zona 2
Lurata	La Paz	-16,78	-67,72	1924	Zona 2
San Leon	Chuquisaca	-20,25	-64,65	1925	Zona 2
Mariscal Braun	Chuquisaca	-20,07	-64,57	1931	Zona 2
Tacapampa	Chuquisaca	-18,95	-64,52	1939	Zona 2

Saucacito	Chuquisaca	-20,10	-64,28	1942	Zona 2
Salapampa	La Paz	-16,85	-67,70	1944	Zona 2
Yurubamba	Potosi	-18,28	-65,50	1944	Zona 2
Marcavi	Chuquisaca	-19,82	-64,70	1945	Zona 2
Jarca	Tarija	-20,98	-64,68	1946	Zona 2
Tablahuasi	Cochabamba	-17,12	-66,92	1948	Zona 2
Algodonal	Chuquisaca	-20,38	-64,42	1948	Zona 2
Calaota	Potosi	-18,05	-65,75	1955	Zona 2
Yambata	Potosi	-18,08	-65,70	1955	Zona 2
Orozas Abajo	Tarija	-21,92	-64,73	1955	Zona 2
Pallemayu	Chuquisaca	-19,03	-64,55	1955	Zona 2
Monte Grande	Chuquisaca	-20,10	-64,32	1956	Zona 2
Albertoque	Chuquisaca	-19,73	-64,23	1958	Zona 2
Tolomosita	Tarija	-21,63	-64,80	1960	Zona 2
Uriondo	Tarija	-21,68	-64,68	1960	Zona 2
Chorrillos	Tarija	-21,63	-64,72	1962	Zona 2
Cuevas	Santa Cruz	-18,68	-64,08	1966	Zona 2
Tomatas	Tarija	-21,48	-64,77	1967	Zona 2
Rumicancha	Tarija	-21,92	-64,75	1967	Zona 2
Montecanto	Chuquisaca	-19,52	-64,15	1967	Zona 2
Huayuri	Chuquisaca	-19,70	-64,38	1968	Zona 2
Torrecillas	Chuquisaca	-18,97	-64,52	1969	Zona 2
Providencia	Chuquisaca	-20,87	-64,37	1971	Zona 2
Limpia	Cochabamba	-18,22	-65,57	1973	Zona 2
Guaranguay	Tarija	-21,78	-64,63	1976	Zona 2
Pirhuani	Chuquisaca	-20,15	-64,63	1978	Zona 2
Oveja Cancha	Chuquisaca	-19,33	-64,33	1980	Zona 2
El Choro	La Paz	-16,77	-67,70	1982	Zona 2
Mizque	Cochabamba	-17,93	-65,32	1983	Zona 2
Huancapampa	Chuquisaca	-18,57	-65,28	1983	Zona 2
Tabacal	Chuquisaca	-20,18	-64,57	1984	Zona 2
Apita	La Paz	-16,63	-67,50	1996	Zona 2
Hornuni	La Paz	-16,63	-67,50	1996	Zona 2
Loma Grande	La Paz	-16,60	-67,47	1996	Zona 2
Jahue	Chuquisaca	-18,74	-64,38	1996	Zona 2
Guayabos	Potosi	-18,00	-65,82	1997	Zona 2
Julio Grande	Potosi	-18,03	-65,78	1997	Zona 2
El Churo	Santa Cruz	-18,83	-64,00	1997	Zona 2
Charobamba	Chuquisaca	-18,65	-65,02	1998	Zona 2
Loma	Chuquisaca	-20,92	-64,77	1998	Zona 2
Pampa Redonda	Tarija	-21,63	-64,83	2003	Zona 2
Rincon	Potosi	-20,33	-64,63	2006	Zona 2
Palmarito	Chuquisaca	-19,85	-64,25	2009	Zona 2
Pasturajes	Tarija	-21,78	-64,82	2012	Zona 2
Tablada	Tarija	-21,55	-64,78	2012	Zona 2
Kollpa	Chuquisaca	-18,47	-65,62	2015	Zona 2
Huancara	Tarija	-21,93	-64,75	2015	Zona 2
Guadalupe	Tarija	-21,12	-64,62	2016	Zona 2
San Julian	Chuquisaca	-19,37	-64,33	2016	Zona 2
Huanoma	Chuquisaca	-18,42	-65,40	2017	Zona 2
Julo	Potosi	-18,02	-65,78	2019	Zona 2
Cruz Grande	Tarija	-21,95	-64,73	2021	Zona 2
Mutuguaya	La Paz	-16,78	-67,75	2024	Zona 2
Bella Vista	Tarija	-21,65	-64,85	2024	Zona 2
Tunal	Tarija	-21,58	-64,43	2025	Zona 2
El Pinal	Tarija	-22,17	-64,73	2026	Zona 2

Nogales	Chuquisaca	-19,67	-64,47	2031	Zona 2
Collpa	Chuquisaca	-19,37	-64,28	2031	Zona 2
Quebrada	Cochabamba	-18,37	-65,23	2035	Zona 2
Tako Tako	Chuquisaca	-19,32	-64,25	2035	Zona 2
Carachimayo	Tarija	-21,37	-64,75	2037	Zona 2
Sella Cercado	Tarija	-21,40	-64,73	2037	Zona 2
El Sauzal	Tarija	-22,13	-64,70	2040	Zona 2
La Tiendita	Tarija	-22,13	-64,70	2040	Zona 2
San Jacinto	Tarija	-21,63	-64,75	2041	Zona 2
Padcaya	Tarija	-21,88	-64,72	2041	Zona 2
Tablon	Chuquisaca	-19,38	-64,30	2047	Zona 2
Pujio	Santa Cruz	-18,90	-64,16	2051	Zona 2
Santa Ana	Tarija	-21,53	-64,62	2056	Zona 2
Sauzal	Chuquisaca	-18,63	-64,77	2059	Zona 2
La Vina	Cochabamba	-17,97	-65,83	2062	Zona 2
Narvaez	Tarija	-21,40	-64,30	2062	Zona 2
Huanura	Potosi	-19,58	-64,83	2066	Zona 2
Oronkota	Potosi	-19,58	-64,83	2066	Zona 2
Pulquina	Chuquisaca	-19,85	-64,72	2066	Zona 2
Padilla	Chuquisaca	-19,30	-64,30	2066	Zona 2
Rosillas	Tarija	-21,90	-64,87	2067	Zona 2
Buena Vista	Cochabamba	-17,93	-65,37	2068	Zona 2
Jatun	Cochabamba	-18,60	-65,07	2068	Zona 2
El Banado	Chuquisaca	-19,65	-64,48	2068	Zona 2
San Francisco	Tarija	-21,52	-64,28	2072	Zona 2
Saya	La Paz	-16,63	-67,45	2073	Zona 2
San Lorenzo	Tarija	-21,43	-64,78	2075	Zona 2
Nornoni	Cochabamba	-17,97	-65,87	2076	Zona 2
Salto	Chuquisaca	-19,75	-64,47	2076	Zona 2
Concepcion	La Paz	-16,57	-67,43	2080	Zona 2
El Rancho	Tarija	-21,45	-64,78	2080	Zona 2
Quinamarca	Potosi	-18,22	-65,60	2081	Zona 2
San Andres	Tarija	-21,63	-64,87	2081	Zona 2
Saca Willque	Chuquisaca	-20,35	-64,63	2083	Zona 2
Huajlaya	Chuquisaca	-20,60	-64,55	2083	Zona 2
Pucaya	La Paz	-16,77	-67,78	2084	Zona 2
Tranca de Piedras	Santa Cruz	-18,73	-64,05	2086	Zona 2
Chamaca	Cochabamba	-18,30	-65,45	2090	Zona 2
Mojonpampa	Chuquisaca	-19,33	-64,25	2096	Zona 2
Chiutara	Cochabamba	-18,05	-65,17	2104	Zona 2
Tajras	Cochabamba	-18,05	-65,17	2104	Zona 2
Camachos	Chuquisaca	-19,70	-64,47	2107	Zona 2
Agua Hedionda	Tarija	-21,78	-64,48	2108	Zona 2
Villca-Villca	Chuquisaca	-19,45	-64,32	2108	Zona 2
Cuchuita	La Paz	-15,52	-68,67	2111	Zona 2
Cerrillo	Chuquisaca	-19,75	-64,17	2112	Zona 2
Orozas Arriba	Tarija	-21,87	-64,72	2113	Zona 2
Chaguaya	Tarija	-21,82	-64,83	2118	Zona 2
Pampa Grande	Chuquisaca	-19,63	-64,25	2118	Zona 2
El Dorado	Chuquisaca	-19,80	-64,38	2119	Zona 2
Palermo	La Paz	-15,75	-68,70	2120	Zona 2
Pepinalito	Chuquisaca	-18,80	-64,73	2120	Zona 2
Inca Pampa	Potosi	-19,47	-64,87	2122	Zona 2
Soroma	Chuquisaca	-19,47	-64,87	2122	Zona 2
Huancarani	Chuquisaca	-20,13	-64,53	2122	Zona 2
Pullaya	Chuquisaca	-20,37	-64,72	2123	Zona 2

Bella Vista	Chuquisaca	-18,90	-65,17	2125	Zona 2
Gareca	Tarija	-21,48	-64,33	2126	Zona 2
Sarahuasi	Chuquisaca	-19,17	-64,52	2130	Zona 2
Villa Serrano	Chuquisaca	-19,12	-64,33	2130	Zona 2
Chaco	Chuquisaca	-18,87	-65,08	2131	Zona 2
Chaquito	Chuquisaca	-18,87	-65,08	2131	Zona 2
Chaquiloma	Cochabamba	-17,05	-66,75	2132	Zona 2
Tejahuasi	Chuquisaca	-18,92	-65,10	2132	Zona 2
Carlazo	Tarija	-21,47	-64,53	2134	Zona 2
Canchas Mayu	Tarija	-21,88	-64,88	2136	Zona 2
Pepinal	Chuquisaca	-18,77	-64,73	2137	Zona 2
Callacalla	La Paz	-15,67	-68,75	2138	Zona 2
Tarani	La Paz	-15,67	-68,75	2138	Zona 2
Huancarani	Potosi	-18,58	-65,63	2140	Zona 2
Pucara	Cochabamba	-18,37	-65,37	2140	Zona 2
Palca de Copavilque	Chuquisaca	-18,68	-65,22	2140	Zona 2
Mendoza	Chuquisaca	-19,33	-64,95	2141	Zona 2
Curu	Cochabamba	-18,03	-65,30	2144	Zona 2
Sacarmaya	Chuquisaca	-19,63	-64,27	2144	Zona 2
Real Pampa	Chuquisaca	-19,43	-64,23	2145	Zona 2
Laibato	Cochabamba	-18,28	-64,97	2146	Zona 2
Khochá	Chuquisaca	-20,82	-64,72	2146	Zona 2
Corso	Chuquisaca	-19,13	-64,53	2147	Zona 2
La Higuera	Santa Cruz	-18,78	-64,22	2147	Zona 2
Martin Pampa	Santa Cruz	-18,63	-64,10	2149	Zona 2
Soico	Cochabamba	-17,95	-65,82	2152	Zona 2
Thipa Khasa	Potosi	-18,27	-65,52	2153	Zona 2
Alcala	Chuquisaca	-19,37	-64,42	2153	Zona 2
Pucyuni	Chuquisaca	-20,23	-64,63	2156	Zona 2
Quintumayu	Chuquisaca	-19,65	-64,23	2156	Zona 2
Vina Quemada	Chuquisaca	-19,40	-64,90	2165	Zona 2
Yanakaka	Cochabamba	-18,42	-65,25	2173	Zona 2
Calvario	Chuquisaca	-19,12	-64,35	2173	Zona 2
Kola	La Paz	-16,88	-67,70	2174	Zona 2
Mosca Pampa	Chuquisaca	-19,37	-64,40	2174	Zona 2
Caine	Cochabamba	-17,92	-66,00	2175	Zona 2
Tunasnioj	Cochabamba	-18,42	-65,28	2178	Zona 2
Chajas	La Paz	-16,78	-67,77	2179	Zona 2
Capilla Llave	Chuquisaca	-18,98	-64,71	2179	Zona 2
Chapiada	Chuquisaca	-20,62	-64,47	2181	Zona 2
Gorra Grande	Chuquisaca	-19,40	-64,38	2182	Zona 2
Sotomayor	Chuquisaca	-19,34	-65,00	2183	Zona 2
Carachimayu	Chuquisaca	-19,70	-64,25	2185	Zona 2
El Pabellon	Tarija	-21,90	-64,90	2187	Zona 2
San Miguel	Tarija	-21,90	-64,90	2187	Zona 2
La Canada	Chuquisaca	-19,23	-64,33	2187	Zona 2
Guairacasa	Chuquisaca	-19,47	-64,32	2187	Zona 2
Melonar	Chuquisaca	-18,70	-65,13	2189	Zona 2
Sala Pampa	Chuquisaca	-19,48	-64,30	2191	Zona 2
Tambo	Chuquisaca	-19,62	-64,28	2191	Zona 2
Verano	Chuquisaca	-20,50	-64,72	2193	Zona 2
Tambo Grande	Tarija	-21,45	-64,35	2194	Zona 2
San Francisco	Tarija	-21,98	-64,82	2198	Zona 2
Mojotorillo	Chuquisaca	-19,40	-64,37	2200	Zona 2
Cachimayo	Tarija	-22,05	-64,73	2201	Zona 2
Pocopoco	Potosi	-19,38	-65,01	2203	Zona 2

Rosal	Chuquisaca	-19,48	-64,22	2205	Zona 2
San Antonio	Chuquisaca	-19,45	-64,52	2207	Zona 2
San Antonio	Chuquisaca	-20,32	-64,40	2208	Zona 2
Achoma	Cochabamba	-18,27	-64,97	2211	Zona 2
Nuevo Mundo	Chuquisaca	-18,99	-64,29	2211	Zona 2
Copavilque	Chuquisaca	-18,58	-65,27	2217	Zona 2
Olepo	Chuquisaca	-19,03	-64,58	2220	Zona 2
La Calama	Tarija	-21,43	-64,82	2222	Zona 2
Salto	Chuquisaca	-20,98	-65,07	2223	Zona 2
Lorito	Chuquisaca	-19,43	-64,25	2223	Zona 2
Cichina	La Paz	-15,60	-68,77	2224	Zona 2
Molo	La Paz	-15,60	-68,77	2224	Zona 2
Tarata	La Paz	-15,60	-68,77	2224	Zona 2
Rumicorral	Cochabamba	-18,13	-65,08	2224	Zona 2
Honduras	Tarija	-21,62	-64,43	2224	Zona 2
Guanta	Santa Cruz	-18,70	-64,10	2225	Zona 2
Ulluchuma	Cochabamba	-18,03	-65,47	2226	Zona 2
Paredon	Chuquisaca	-18,93	-65,15	2226	Zona 2
Higo Pampa	Cochabamba	-18,27	-65,00	2227	Zona 2
La Joya	Chuquisaca	-18,65	-64,75	2227	Zona 2
Uturunguillo	Chuquisaca	-19,30	-64,38	2230	Zona 2
Fuertepampa	Chuquisaca	-19,35	-64,22	2235	Zona 2
Molle Pampa	Chuquisaca	-19,18	-64,33	2238	Zona 2
Constancia	Cochabamba	-18,47	-65,17	2240	Zona 2
Carmen	Chuquisaca	-19,58	-64,52	2240	Zona 2
Arquillos	Chuquisaca	-19,25	-64,48	2240	Zona 2
Rodeo	Chuquisaca	-19,05	-64,60	2241	Zona 2
Callejon	Chuquisaca	-18,83	-65,08	2243	Zona 2
La Palizada	Chuquisaca	-20,08	-64,32	2244	Zona 2
Padre Mayu	Chuquisaca	-19,43	-64,52	2245	Zona 2
La Ceja	Cochabamba	-18,50	-65,00	2249	Zona 2
Aguada	Cochabamba	-17,98	-65,28	2250	Zona 2
Mancullata	Chuquisaca	-20,87	-64,67	2252	Zona 2
Alcalde Pampa	Chuquisaca	-19,57	-64,48	2258	Zona 2
Caldera	Tarija	-21,43	-64,58	2259	Zona 2
Yesera	Tarija	-21,43	-64,58	2259	Zona 2
El Bufete	Chuquisaca	-20,85	-64,38	2259	Zona 2
Poopo	La Paz	-16,92	-67,70	2260	Zona 2
Anahuani	Potosi	-18,22	-65,65	2262	Zona 2
Uyuni	Chuquisaca	-19,42	-64,90	2262	Zona 2
Camblaya	Chuquisaca	-20,97	-65,20	2264	Zona 2
Tinqui	Cochabamba	-18,02	-65,17	2264	Zona 2
Cruz Kasa	Cochabamba	-18,35	-65,22	2266	Zona 2
Carapari	Chuquisaca	-19,92	-64,70	2267	Zona 2
Cabacanche	Cochabamba	-18,03	-65,22	2271	Zona 2
Saucemayo	Chuquisaca	-19,62	-64,27	2271	Zona 2
Pocopoco	Potosi	-19,60	-64,80	2272	Zona 2
Mosaj Rocra	Potosi	-19,33	-65,22	2273	Zona 2
Tuero	Potosi	-19,33	-65,22	2273	Zona 2
Sillani	Chuquisaca	-19,30	-64,42	2273	Zona 2
Novillero	Cochabamba	-18,28	-65,22	2275	Zona 2
Estancia La Granja	Beni	-18,25	-65,08	2276	Zona 2
Sacambaya	Cochabamba	-17,03	-67,02	2277	Zona 2
Supachuy	Chuquisaca	-19,48	-64,52	2278	Zona 2
Media Luna	Cochabamba	-18,05	-65,50	2279	Zona 2
Pomaban	Chuquisaca	-19,38	-64,53	2282	Zona 2

ANEXO III

Planilhas de Mahoney Adaptada para a arquitetura vernácula boliviana

PLANILHAS DE MAHONEY (ADAPTADAS)

P1/2

LOCALIDADE:	LAT.	LONG.	ALT.
1	Pulacayo	-20,38	-66,68
		4309	

1. NORMAIS

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TEMP. MED. MAX.	20,7	20,3	20,3	18,6	14,9	12,7	13,1	14,9	16,5	19,3	20,8	21,3
TEMP. MED. MIN.	4,9	4,3	2,7	-2,4	-7,2	-10,5	-11,3	-8,7	-8,2	-3,0	-0,4	2,5
AMPLITUDE MEDIA	15,8	16,0	17,6	21,0	22,1	23,2	24,4	23,7	24,8	22,3	21,3	18,8
UMID. RELATIVA	48	49	46	41	41	38	39	38	39	34	33	40
PLUVIOSID. (mm.)	66	38	22	2	1	1	0	2	3	3	6	30
VEL. VENTO (m/s)												
DIREÇÃO VENTO												

MAX. TMA.

21,3	5
-11,3	32,6

MIN. AMA.

174

ANO

2. DIAGNÓSTICO

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
GRUPO UMIDADE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LIMITE SUP. DIA	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
TEMP. MED. MAX.	20,7	20,3	20,34	18,61	14,92	12,688	13,05	14,95	16,55	19,26	20,82	21,28
LIMITE INF. DIA	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
LIMITE SUP. NOITE	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
TEMP. MED. MIN.	4,9276	4,3	2,737	-2,39	-7,18	-10,49	-11,32	-8,71	-8,21	-3,04	-0,44	2,459
LIMITE INF. NOITE	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
DIAGN. DIURNO	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C
DIAGN. NOTURNO	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

3. INDICADORES

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
UMIDADE	U1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	U2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	U3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARIDEZ	A1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0

TOTAIS

0	U1
0	U2
0	U3
12	A1
0	A2
7	A3

4. PARÂMETROS DO MÉTODO

GRUPOS DE UMIDADE RELATIVA	LIMITES CONFORTÁVEIS DE TEMPERATURA					
	TMA>20		15≥TMA≥20		TMA < 15	
	DIA	NOITE	DIA	NOITE	DIA	NOITE
GRUPO 1 UR < 30 %	26	17	23	14	21	12
	34	25	32	23	30	21
GRUPO 2 UR < 50 %	25	17	22	14	20	12
	31	24	30	22	27	20
GRUPO 3 UR < 70 %	23	17	21	14	19	12
	29	23	28	21	26	19
GRUPO 4 UR ≥ 70 %	22	17	20	14	18	12
	27	21	25	20	24	18

INDICADORES DO RIGOR CLIMÁTICO					
Q=QUENTE, F=FRIO, C=CONFORTÁVEL					
INDIC.	DIA	NOITE	CHUVA	UMID.	AMPL.
U1	Q			4	
	Q			2 ou 3	< 10
U2	C			4	
U3			> 200		
A1				< 4	≥ 10
		Q		< 3	
A2	Q	C		< 3	> 10
A3	F				

TOTAIS DOS INDICADORES
P2/2

U1	U2	U3	A1	A2	A3
0	0	0	12	0	7

5. RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO ARQUITETÔNICO
A - IMPLANTAÇÃO

			0-10			X	EDIFÍCIOS LONGADOS, COM FACHADAS MAIORES VOLTADAS PARA NORTE E SUL PARA REDUCIR A EXPOSIÇÃO AO SOL
			X			X	
					0-4	2	NÃO PRECISA

B - ESPAÇAMENTOS ENTRE AS EDIFICAÇÕES

11-12						3	NÃO PRECISA
2-10						4	NÃO PRECISA
X						X	APROXIMAR AS EDIFICAÇÕES PARA AUMENTAR A INÉRCIA

C - VENTILAÇÃO

3-12						9	NÃO PRECISA
1-2			0-5				
			6-12			7	NÃO PRECISA
X	2-12					X	VENTILAÇÃO MINIMA, APENAS PARA RENOVAÇÃO DO AR
	X						

D - TAMANHO DAS ABERTURAS

			0-1		0	9	NÃO PRECISA
					1-12	10	NÃO PRECISA
			2-5				
			6-10			11	NÃO PRECISA
			X		0-3	12	NÃO PRECISA
					X	X	25 A 40 % DAS FACHADAS PERMITINDO SOL NO PERIODO FRIO

E - POSIÇÃO DAS ABERTURAS

3-12						14	NÃO PRECISA
1-2			0-5				
			6-12			X	NAS FACHADAS NORTE E SUL, PERMITINDO VENTILAÇÃO AO NÍVEL DOS CORPOS DOS OCUPANTES, MAS COM ABERTURAS NAS PAREDES INTERNAS
X							

F - PROTEÇÃO DAS ABERTURAS

					0-2	16	NÃO PRECISA
		2-12				17	NÃO PRECISA

G - PAREDES E PISOS

			0-2			18	NÃO PRECISA
			X			X	PESADAS $U \leq 2,0 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C RETARD.} \geq 8 \text{ HORAS}$, FATOR SOL $\leq 4\%$

H - COBERTURAS

10-12						20	NÃO PRECISA
X			0-5			21	NÃO PRECISA
			X			X	PESADAS $U \leq 0,85 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C RETARD.} \geq 8 \text{ HORAS}$, FATOR SOL $\leq 3\%$

I - EXTERIOR DA EDIFICAÇÃO

				1-12		23	NÃO PRECISA
		1-12				24	NÃO PRECISA

PLANILHAS DE MAHONEY (ADAPTADAS) P1/2

LOCALIDADE:	LAT.	LONG.	ALT.
2	S. Pablo de Lipez	-21,68	-66,60
			4207

1. NORMAIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TEMP. MED. MAX.	19,9	19,3	19,6	18,6	15,3	13,5	13,6	15,2	17,0	19,0	20,0	20,4
TEMP. MED. MIN.	2,8	2,1	1,5	-2,0	-5,7	-8,0	-7,2	-6,6	-4,1	-1,9	0,1	1,5
AMPLITUDE MEDIA	17,1	17,2	18,1	20,6	21,0	21,5	20,8	21,8	21,2	20,9	20,0	18,9
UMID. RELATIVA	56	57	54	44	40	40	37	37	36	37	42	49
PLUVIOSID. (mm.)	57	46	27	4	0	2	0	1	2	3	12	42
VEL. VENTO (m/s)												
DIREÇÃO VENTO												

MAX. TMA.

20,4	6
-8,0	28,4

MIN. AMA.

196

ANO

2. DIAGNÓSTICO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
GRUPO UMIDADE	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LIMITE SUP. DIA	26	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27
TEMP. MED. MAX.	19,86	19,31	19,58	18,64	15,31	13,514	13,63	15,19	17,05	19,02	20,04	20,38
LIMITE INF. DIA	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
LIMITE SUP. NOITE	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
TEMP. MED. MIN.	2,7949	2,147	1,495	-1,97	-5,71	-8,027	-7,178	-6,6	-4,15	-1,92	0,087	1,503
LIMITE INF. NOITE	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
DIAGN. DIURNO	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C
DIAGN. NOTURNO	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

3. INDICADORES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAIS	
UMIDADE	U1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	U1
	U2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	U2
	U3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	U3
ARIDEZ	A1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	A1
	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A2
	A3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	A3

4. PARÂMETROS DO MÉTODO

GRUPOS DE UMIDADE RELATIVA	LIMITES CONFORTÁVEIS DE TEMPERATURA					
	TMA>20		15≥TMA≥20		TMA < 15	
	DIA	NOITE	DIA	NOITE	DIA	NOITE
GRUPO 1 UR < 30 %	26	17	23	14	21	12
	34	25	32	23	30	21
GRUPO 2 UR < 50 %	25	17	22	14	20	12
	31	24	30	22	27	20
GRUPO 3 UR < 70 %	23	17	21	14	19	12
	29	23	28	21	26	19
GRUPO 4 UR ≥ 70 %	22	17	20	14	18	12
	27	21	25	20	24	18

INDICADORES DO RIGOR CLIMÁTICO					
Q=QUENTE, F=FRIO, C=CONFORTÁVEL					
INDIC.	DIA	NOITE	CHUVA	UMID.	AMPL.
U1	Q			4	
	Q			2 ou 3	< 10
U2	C			4	
U3			> 200		
A1				< 4	≥ 10
		Q		< 3	
A2	Q	C		< 3	> 10
A3	F				

TOTAIS DOS INDICADORES
P2/2

U1	U2	U3	A1	A2	A3
0	0	0	12	0	7

5. RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO ARQUITETÔNICO
A - IMPLANTAÇÃO

			0-10			X	EDIFÍCIOS LONGADOS, COM FACHADAS MAIORES VOLTADAS PARA NORTE E SUL PARA REDUCIR A EXPOSIÇÃO AO SOL
			X			X	
						0-4	2 NÃO PRECISA

B - ESPAÇAMENTOS ENTRE AS EDIFICAÇÕES

11-12						3	NÃO PRECISA
2-10						4	NÃO PRECISA
X						X	APROXIMAR AS EDIFICAÇÕES PARA AUMENTAR A INÉRCIA

C - VENTILAÇÃO

3-12						9	NÃO PRECISA
1-2			0-5			7	NÃO PRECISA
			6-12			X	VENTILAÇÃO MINIMA, APENAS PARA RENOVAÇÃO DO AR
X	2-12					X	
	X						

D - TAMANHO DAS ABERTURAS

			0-1			0	9 NÃO PRECISA
						1-12	10 NÃO PRECISA
			2-5				11 NÃO PRECISA
			6-10				12 NÃO PRECISA
			X			0-3	12 NÃO PRECISA
						X	25 A 40 % DAS FACHADAS PERMITINDO SOL NO PERIODO FRIO

E - POSIÇÃO DAS ABERTURAS

3-12						14	NÃO PRECISA
1-2			0-5			X	NAS FACHADAS NORTE E SUL, PERMITINDO VENTILAÇÃO AO NÍVEL DOS CORPOS DOS OCUPANTES, MAS COM ABERTURAS NAS PAREDES INTERNAS
X			6-12				

F - PROTEÇÃO DAS ABERTURAS

						0-2	16 NÃO PRECISA
		2-12					17 NÃO PRECISA

G - PAREDES E PISOS

			0-2			18	NÃO PRECISA
			X			X	PESADAS $U \leq 2,0 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C RETARD.} \geq 8 \text{ HORAS}$, FATOR SOL $\leq 4\%$

H - COBERTURAS

10-12						20	NÃO PRECISA
X			0-5			21	NÃO PRECISA
			X			X	PESADAS $U \leq 0,85 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C RETARD.} \geq 8 \text{ HORAS}$, FATOR SOL $\leq 3\%$

I - EXTERIOR DA EDIFICAÇÃO

				1-12		23	NÃO PRECISA
		1-12				24	NÃO PRECISA

PLANILHAS DE MAHONEY (ADAPTADAS) P1/2

LOCALIDADE:	LAT.	LONG.	ALT.
3	Huanuni	-18,28	-66,83
		4202	

1. NORMAIS J F M A M J J A S O N D

TEMP. MED. MAX.	18,1	18,5	19,5	20,3	18,5	15,2	14,6	17,2	19,6	20,1	21,9	19,6
TEMP. MED. MIN.	6,3	4,9	4,3	0,5	-5,1	-8,1	-10,3	-5,1	-4,0	1,7	-0,8	3,8
AMPLITUDE MEDIA	11,8	13,6	15,2	19,8	23,6	23,3	24,9	22,3	23,6	18,4	22,7	15,8
UMID. RELATIVA	67	64	62	51	44	42	40	43	34	45	36	55
PLUVIOSID. (mm.)	142	56	36	2	2	11	0	19	2	36	1	68
VEL. VENTO (m/s)												
DIREÇÃO VENTO												

MAX. TMA.

21,9 6

-10,3 32,2

MIN. AMA.

374

ANO

2. DIAGNÓSTICO J F M A M J J A S O N D

GRUPO UMIDADE	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3
LIMITE SUP. DIA	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	27	26
TEMP. MED. MAX.	18,1	18,5	19,5	20,3	18,5	15,2	14,6	17,2	19,6	20,1	21,9	19,6
LIMITE INF. DIA	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	19
LIMITE SUP. NOITE	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	19
TEMP. MED. MIN.	6,3	4,9	4,3	0,5	-5,1	-8,1	-10,3	-5,1	-4	1,7	-0,8	3,8
LIMITE INF. NOITE	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
DIAGN. DIURNO	F	F	C	C	F	F	F	F	F	C	C	C
DIAGN. NOTURNO	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

3. INDICADORES J F M A M J J A S O N D

UMIDADE	U1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	U2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	U3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARIDEZ	A1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A3	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0

TOTAIS

0 U1

0 U2

0 U3

12 A1

0 A2

7 A3

4. PARÂMETROS DO MÉTODO

GRUPOS DE UMIDADE RELATIVA	LIMITES CONFORTÁVEIS DE TEMPERATURA					
	TMA > 20		15 ≥ TMA ≥ 20		TMA < 15	
	DIA	NOITE	DIA	NOITE	DIA	NOITE
GRUPO 1 UR < 30 %	26	17	23	14	21	12
	34	25	32	23	30	21
GRUPO 2 UR < 50 %	25	17	22	14	20	12
	31	24	30	22	27	20
GRUPO 3 UR < 70 %	23	17	21	14	19	12
	29	23	28	21	26	19
GRUPO 4 UR ≥ 70 %	22	17	20	14	18	12
	27	21	25	20	24	18

INDIC.	INDICADORES DO RIGOR CLIMÁTICO				
	Q=QUENTE, F=FRIO, C=CONFORTÁVEL				
	DIA	NOITE	CHUVA	UMID.	AMPL.
U1	Q			4	
	Q			2 ou 3	< 10
U2	C			4	
U3			> 200		
A1				< 4	≥ 10
A2		Q		< 3	
	Q	C		< 3	> 10
A3	F				

TOTAIS DOS INDICADORES
P2/2

U1	U2	U3	A1	A2	A3
0	0	0	12	0	7

5. RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO ARQUITETÔNICO
A - IMPLANTAÇÃO

			0-10			X	EDIFÍCIOS LONGADOS, COM FACHADAS MAIORES VOLTADAS PARA NORTE E SUL PARA REDUCIR A EXPOSIÇÃO AO SOL
			X			X	
					0-4	2	NÃO PRECISA

B - ESPAÇAMENTOS ENTRE AS EDIFICAÇÕES

11-12						3	NÃO PRECISA
2-10						4	NÃO PRECISA
X						X	APROXIMAR AS EDIFICAÇÕES PARA AUMENTAR A INÉRCIA

C - VENTILAÇÃO

3-12						9	NÃO PRECISA
1-2			0-5				
			6-12			7	NÃO PRECISA
X	2-12					X	VENTILAÇÃO MINIMA, APENAS PARA RENOVAÇÃO DO AR
	X						

D - TAMANHO DAS ABERTURAS

			0-1		0	9	NÃO PRECISA
					1-12	10	NÃO PRECISA
			2-5				
			6-10			11	NÃO PRECISA
			X		0-3	12	NÃO PRECISA
					X	X	25 A 40 % DAS FACHADAS PERMITINDO SOL NO PERIODO FRIO

E - POSIÇÃO DAS ABERTURAS

3-12						14	NÃO PRECISA
1-2			0-5				
			6-12			X	NAS FACHADAS NORTE E SUL, PERMITINDO VENTILAÇÃO AO NÍVEL DOS CORPOS DOS OCUPANTES, MAS COM ABERTURAS NAS PAREDES INTERNAS
X							

F - PROTEÇÃO DAS ABERTURAS

					0-2	16	NÃO PRECISA
		2-12				17	NÃO PRECISA

G - PAREDES E PISOS

			0-2			18	NÃO PRECISA
			X			X	PESADAS $U \leq 2,0 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C RETARD. } \geq 8 \text{ HORAS}$, FATOR SOL $\leq 4\%$

H - COBERTURAS

10-12						20	NÃO PRECISA
X			0-5			21	NÃO PRECISA
			X			X	PESADAS $U \leq 0,85 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C RETARD. } \geq 8 \text{ HORAS}$, FATOR SOL $\leq 3\%$

I - EXTERIOR DA EDIFICAÇÃO

				1-12		23	NÃO PRECISA
		1-12				24	NÃO PRECISA

PLANILHAS DE MAHONEY (ADAPTADAS) P1/2

LOCALIDADE:	LAT.	LONG.	ALT.
4	Viluyo	-21,53	-66,33
		4120	

1. NORMAIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TEMP. MED. MAX.	19,9	19,3	19,6	18,6	15,3	13,5	13,6	15,2	17,0	19,0	20,0	20,4
TEMP. MED. MIN.	2,8	2,1	1,5	-2,0	-5,7	-8,0	-7,2	-6,6	-4,1	-1,9	0,1	1,5
AMPLITUDE MEDIA	17,1	17,2	18,1	20,6	21,0	21,5	20,8	21,8	21,2	20,9	20,0	18,9
UMID. RELATIVA	56	57	54	44	40	40	37	37	36	37	42	49
PLUVIOSID. (mm.)	57	46	27	4	0	2	0	1	2	3	12	42
VEL. VENTO (m/s)												
DIREÇÃO VENTO												

MAX. TMA.

20,4	6
-8,0	28,4

MIN. AMA.

196

ANO

2. DIAGNÓSTICO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
GRUPO UMIDADE	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LIMITE SUP. DIA	26	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27
TEMP. MED. MAX.	19,86	19,31	19,58	18,64	15,31	13,514	13,63	15,19	17,05	19,02	20,04	20,38
LIMITE INF. DIA	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
LIMITE SUP. NOITE	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
TEMP. MED. MIN.	2,7949	2,147	1,495	-1,97	-5,71	-8,027	-7,178	-6,6	-4,15	-1,92	0,087	1,503
LIMITE INF. NOITE	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
DIAGN. DIURNO	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C
DIAGN. NOTURNO	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

3. INDICADORES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAIS	
UMIDADE	U1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	U1
	U2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	U2
	U3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	U3
ARIDEZ	A1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	A1
	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	A2
	A3	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	A3

4. PARÂMETROS DO MÉTODO

GRUPOS DE UMIDADE RELATIVA	LIMITES CONFORTÁVEIS DE TEMPERATURA					
	TMA > 20		15 ≥ TMA ≥ 20		TMA < 15	
	DIA	NOITE	DIA	NOITE	DIA	NOITE
GRUPO 1 UR < 30 %	26	17	23	14	21	12
	34	25	32	23	30	21
GRUPO 2 UR < 50 %	25	17	22	14	20	12
	31	24	30	22	27	20
GRUPO 3 UR < 70 %	23	17	21	14	19	12
	29	23	28	21	26	19
GRUPO 4 UR ≥ 70 %	22	17	20	14	18	12
	27	21	25	20	24	18

INDICADORES DO RIGOR CLIMÁTICO					
Q=QUENTE, F=FRIO, C=CONFORTÁVEL					
INDIC.	DIA	NOITE	CHUVA	UMID.	AMPL.
U1	Q			4	
	Q			2 ou 3	< 10
U2	C			4	
U3			> 200		
A1				< 4	≥ 10
A2		Q		< 3	
	Q	C		< 3	> 10
A3	F				

TOTAIS DOS INDICADORES

P2/2

U1	U2	U3	A1	A2	A3
0	0	0	12	0	7

5. RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO ARQUITETÔNICO

A - IMPLANTAÇÃO

			0-10			X	EDIFÍCIOS LONGADOS, COM FACHADAS MAIORES VOLTADAS PARA NORTE E SUL PARA REDUCIR A EXPOSIÇÃO AO SOL
			X			X	
					0-4	2	NÃO PRECISA

B - ESPAÇAMENTOS ENTRE AS EDIFICAÇÕES

11-12						3	NÃO PRECISA
2-10						4	NÃO PRECISA
X						X	APROXIMAR AS EDIFICAÇÕES PARA AUMENTAR A INÉRCIA

C - VENTILAÇÃO

3-12						9	NÃO PRECISA
1-2			0-5			7	NÃO PRECISA
			6-12			X	VENTILAÇÃO MINIMA, APENAS PARA RENOVAÇÃO DO AR
X	2-12					X	
	X						

D - TAMANHO DAS ABERTURAS

			0-1		0	9	NÃO PRECISA
					1-12	10	NÃO PRECISA
			2-5			11	NÃO PRECISA
			6-10			12	NÃO PRECISA
			X		0-3	X	25 A 40 % DAS FACHADAS PERMITINDO SOL NO PERIODO FRIO
					X		

E - POSIÇÃO DAS ABERTURAS

3-12						14	NÃO PRECISA
1-2			0-5			X	NAS FACHADAS NORTE E SUL, PERMITINDO VENTILAÇÃO AO NÍVEL DOS CORPOS DOS OCUPANTES, MAS COM ABERTURAS NAS PAREDES INTERNAS
			6-12				
X							

F - PROTEÇÃO DAS ABERTURAS

					0-2	16	NÃO PRECISA
		2-12				17	NÃO PRECISA

G - PAREDES E PISOS

			0-2			18	NÃO PRECISA
			X			X	PESADAS $U \leq 2,0 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C RETARD.} \geq 8 \text{ HORAS}$, FATOR SOL $\leq 4\%$

H - COBERTURAS

10-12						20	NÃO PRECISA
X			0-5			21	NÃO PRECISA
			X			X	PESADAS $U \leq 0,85 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C RETARD.} \geq 8 \text{ HORAS}$, FATOR SOL $\leq 3\%$

I - EXTERIOR DA EDIFICAÇÃO

				1-12		23	NÃO PRECISA
		1-12				24	NÃO PRECISA

PLANILHAS DE MAHONEY (ADAPTADAS) P1/2

LOCALIDADE:	LAT.	LONG.	ALT.
5	San Agustin	-21,15	-67,67
		4088	

1. NORMAIS

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
TEMP. MED. MAX.	17,4	16,8	15,7	15,6	11,2	10,2	10,0	12,5	13,4	15,5	17,1	17,9
TEMP. MED. MIN.	1,0	-0,7	-0,5	-3,7	-7,3	-8,1	-7,2	-8,1	-6,5	-5,0	-3,0	-1,2
AMPLITUDE MEDIA	16,5	17,5	16,2	19,3	18,5	18,3	17,2	20,6	19,9	20,5	20,1	19,1
UMID. RELATIVA	51	53	52	41	40	42	37	37	33	33	35	43
PLUVIOSID. (mm.)	44	29	23	2	1	2	0	1	0	1	1	18
VEL. VENTO (m/s)												
DIREÇÃO VENTO												

MAX. TMA.

17,9	5
-8,1	25,9

MIN. AMA.

123

ANO

2. DIAGNÓSTICO

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
GRUPO UMIDADE	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
LIMITE SUP. DIA	26	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27
TEMP. MED. MAX.	17,412	16,81	15,7	15,59	11,18	10,181	9,975	12,5	13,43	15,54	17,11	17,87
LIMITE INF. DIA	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
LIMITE SUP. NOITE	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
TEMP. MED. MIN.	0,9577	-0,713	-0,51	-3,72	-7,29	-8,072	-7,175	-8,06	-6,49	-4,99	-2,96	-1,24
LIMITE INF. NOITE	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
DIAGN. DIURNO	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
DIAGN. NOTURNO	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

3. INDICADORES

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
UMIDADE	U1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	U2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	U3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ARIDEZ	A1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

TOTAIS

0	U1
0	U2
0	U3
12	A1
0	A2
12	A3

4. PARÂMETROS DO MÉTODO

GRUPOS DE UMIDADE RELATIVA	LIMITES CONFORTAVEIS DE TEMPERATURA					
	TMA > 20		15 ≥ TMA ≥ 20		TMA < 15	
	DIA	NOITE	DIA	NOITE	DIA	NOITE
GRUPO 1 UR < 30 %	26	17	23	14	21	12
	34	25	32	23	30	21
GRUPO 2 UR < 50 %	25	17	22	14	20	12
	31	24	30	22	27	20
GRUPO 3 UR < 70 %	23	17	21	14	19	12
	29	23	28	21	26	19
GRUPO 4 UR ≥ 70 %	22	17	20	14	18	12
	27	21	25	20	24	18

INDIC.	INDICADORES DO RIGOR CLIMATICO				
	Q=QUENTE, F=FRIO, C=CONFORTAVEL				
	DIA	NOITE	CHUVA	UMID.	AMPL.
U1	Q			4	
	Q			2 ou 3	< 10
U2	C			4	
U3			> 200		
A1				< 4	≥ 10
		Q		< 3	
A2	Q	C		< 3	> 10
A3	F				

TOTAIS DOS INDICADORES

P2/2

U1	U2	U3	A1	A2	A3
0	0	0	12	0	12

5. RECOMENDAÇÕES PARA O PROJETO ARQUITETÓNICO

A - IMPLANTAÇÃO

			0-10			X	EDIFÍCIOS LONGADOS, COM FACHADAS MAIORES VOLTADAS PARA NORTE E SUL PARA REDUCIR A EXPOSIÇÃO AO SOL
			X			X	
					0-4	2	NÃO PRECISA

B - ESPAÇAMENTOS ENTRE AS EDIFICAÇÕES

11-12						3	NÃO PRECISA
2-10						4	NÃO PRECISA
X						X	APROXIMAR AS EDIFICAÇÕES PARA AUMENTAR A INÉRCIA

C - VENTILAÇÃO

3-12						9	NÃO PRECISA
1-2			0-5			7	NÃO PRECISA
			6-12			X	VENTILAÇÃO MINIMA, APENAS PARA RENOVAÇÃO DO AR
X	2-12					X	
	X						

D - TAMANHO DAS ABERTURAS

			0-1		0	9	NÃO PRECISA
					1-12	10	NÃO PRECISA
			2-5			11	NÃO PRECISA
			6-10			12	NÃO PRECISA
			X		0-3	X	25 A 40 % DAS FACHADAS PERMITINDO SOL NO PERIODO FRIO
					X		

E - POSIÇÃO DAS ABERTURAS

3-12						14	NÃO PRECISA
1-2			0-5			X	NAS FACHADAS NORTE E SUL, PERMITINDO VENTILAÇÃO AO NÍVEL DOS CORPOS DOS OCUPANTES, MAS COM ABERTURAS NAS PAREDES INTERNAS
			6-12				
X							

F - PROTEÇÃO DAS ABERTURAS

					0-2	16	NÃO PRECISA
		2-12				17	NÃO PRECISA

G - PAREDES E PISOS

			0-2			18	NÃO PRECISA
			X			X	PESADAS $U \leq 2,0 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C RETARD.} \geq 8 \text{ HORAS}$, FATOR SOL $\leq 4\%$

H - COBERTURAS

10-12						20	NÃO PRECISA
X			0-5			21	NÃO PRECISA
			X			X	PESADAS $U \leq 0,85 \text{ W/M}^2 \text{ } ^\circ\text{C RETARD.} \geq 8 \text{ HORAS}$, FATOR SOL $\leq 3\%$

I - EXTERIOR DA EDIFICAÇÃO

				1-12		23	NÃO PRECISA
		1-12				24	NÃO PRECISA

ANEXO IV

Normais Climatológicas das estações adotadas para a análise bioclimática das arquiteturas vernáculas bolivianas

"Vallegrande"		BO	2	-18,46	-64,09	1998												
Tmed		19,89	19,25	19,19	17,67	16,24	16,30	15,43	17,32	18,73	20,04	19,84	19,90					
Tmax		23,62	22,95	23,02	21,26	20,48	20,93	19,98	22,08	23,26	24,20	23,89	23,61					
Tmin		13,57	13,19	13,22	11,69	9,75	8,38	7,68	8,52	10,03	11,87	12,52	13,55					
Pmb		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
UR		70	74	75	75	74	69	68	62	60	63	65	71					
Chu		64	48	39	17	7	2	4	3	7	21	48	35					
Vis		29	29	30	32	31	33	32	24	18	27	30	30					
Nub		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
DirVen		135	135	135	135	45	135	0	135	0	135	135	135					
VelVen		10	10	11	14	11	13	14	15	17	16	16	12					

"Sucre"		BO	1	-19,05	-65,29	2750												
Tmed		14,90	15,20	14,35	14,65	13,45	12,50	11,30	13,40	13,80	15,30	15,30	15,45					
Tmax		19,80	20,30	19,10	20,80	21,10	20,20	19,20	20,80	21,00	21,70	21,10	20,70					
Tmin		10,00	10,10	9,60	8,50	5,80	4,80	3,40	6,00	6,60	8,90	9,50	10,20					
Pmb		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
UR		70	69	75	65	51	40	35	47	49	57	60	66					
Chu		208	81	146	21	1	3	0	9	28	52	86	129					
Vis		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
Nub		6	6	6	4	3	2	2	3	4	5	5	6					
DirVen		40	38	40	39	42	40	43	43	42	40	38	39					
VelVen		11	12	11	12	11	10	13	13	17	16	16	12					

Tomoroco				-19,02	-64,67													
Tmed		17,40	17,22	16,77	16,16	14,85	14,40	13,37	15,36	16,26	17,67	17,57	17,68					
Tmax		21,71	21,62	21,06	21,03	20,79	20,57	19,59	21,44	22,13	22,95	22,50	22,16					
Tmin		11,79	11,65	11,41	10,10	7,78	6,59	5,54	7,26	8,31	10,39	11,01	11,88					
Pmb																		
UR		70	71	75	70	63	55	52	54	54	60	63	69					
Chu		136	65	92	19	4	3	2	6	17	37	67	82					
Vis																		
Nub																		
DirVen																		
VelVen																		

"Culpina"		BO	6	-19,13	-65,26	2400												
Tmed		16,35	14,20	14,70	14,15	14,60	8,70	8,50	9,45	10,50	13,55	13,80	15,50					
Tmax		23,80	24,10	25,30	25,90	24,30	22,30	24,50	24,70	24,70	26,20	25,90	25,80					
Tmin		8,90	4,30	4,10	2,40	4,90	-4,90	-7,50	-5,80	-3,70	0,90	1,70	5,20					
Pmb		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
UR		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
Chu		76	73	56	17	1	3	0	2	5	16	33	74					
Vis		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
Nub		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
DirVen		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
VelVen		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					

"San Juan de Yapacani"		BO	6	-17,28	-63,83	277															
Tmed	26,40	26,35	25,10	27,80	27,80	27,80	26,20	28,20	28,20	28,20	30,60	31,10	31,10	31,50	31,10	31,50	31,10				
Tmax	31,10	31,00	29,30	27,80	27,80	27,80	26,20	28,20	28,20	28,20	30,60	31,10	31,10	31,50	31,10	31,50	31,10				
Tmin	21,70	21,70	20,90	27,80	27,80	27,80	26,20	28,20	28,20	28,20	30,60	31,10	31,10	31,50	31,10	31,50	31,10				
Pmb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999				
UR	80	79	77	75	77	77	73	70	70	70	68	71	74	74	71	74	79				
Chu	317	246	188	98	112	112	59	83	83	83	86	153	270	270	153	270	270				
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999				
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999				
DirVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999				
VelVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999				

Puerto Grettther			-17,18	-64,35																	
Tmed	26,68	26,56	25,91	27,91	25,73	25,73	24,26	25,67	25,67	25,67	27,54	28,66	29,16	29,16	28,66	29,16	29,04				
Tmax	31,32	31,21	30,32	30,31	28,13	28,13	26,50	28,66	28,66	28,66	30,63	31,47	31,67	31,67	31,47	31,67	31,36				
Tmin	21,96	21,92	21,41	25,58	23,47	23,47	21,75	22,68	22,68	22,68	24,48	25,83	26,59	26,59	25,83	26,59	26,66				
Pmb																					
UR	80	79	77	75	77	77	78	70	70	70	68	71	74	74	71	74	79				
Chu	455	401	351	214	176	176	133	111	111	111	119	197	344	344	197	344	444				
Vis																					
Nub																					
DirVen																					
VelVen																					

"Monteagudo"		BO	2	-19,78	-64,00	992															
Tmed	26,24	24,27	25,90	23,07	18,56	18,56	17,55	21,08	21,08	21,08	23,68	26,69	27,61	27,61	26,69	27,61	27,33				
Tmax	31,23	28,94	31,39	28,03	23,13	23,13	24,30	27,60	27,60	27,60	30,10	32,01	33,67	33,67	32,01	33,67	31,35				
Tmin	17,57	16,49	16,81	13,66	11,01	11,01	6,28	9,29	9,29	9,29	11,88	16,94	17,51	17,51	16,94	17,51	17,40				
Pmb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999				
UR	68	69	67	69	74	74	66	55	55	55	49	54	54	54	49	54	65				
Chu	44	28	20	11	5	5	2	2	2	2	4	6	7	7	6	7	9				
Vis	43	41	46	43	35	35	40	32	32	32	27	35	46	46	35	46	48				
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999				
DirVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999				
VelVen	4	4	4	5	2	2	3	4	4	4	5	4	3	3	4	3	3				

Naranjos			-19,42	-64,42																	
Tmed	20,57	19,73	20,13	18,86	16,01	16,01	15,03	17,24	17,24	17,24	18,74	20,99	21,46	21,46	20,99	21,46	21,39				
Tmax	25,51	24,62	25,24	24,41	22,11	22,11	22,25	24,20	24,20	24,20	25,55	26,86	27,38	27,38	26,86	27,38	26,03				
Tmin	15,57	14,84	15,01	12,68	10,38	10,38	7,33	8,90	8,90	8,90	10,95	14,41	15,01	15,01	14,41	15,01	15,48				
Pmb																					
UR	69	69	71	67	63	63	53	51	51	51	49	55	57	57	55	57	65				
Chu	126	55	83	16	3	3	2	5	5	5	16	29	47	47	29	47	69				
Vis																					
Nub																					
DirVen																					
VelVen																					

"Rurrenabaque"		BO	2	-14,46	-67,48	204	24,08	23,88	25,91	27,10	28,26	28,01	27,76
Tmed	27,62	27,15	27,43	27,01	24,92	24,92	24,08	23,88	25,91	27,10	28,26	28,01	27,76
Tmax	31,38	30,67	30,98	30,62	28,35	28,35	27,73	28,07	30,61	31,64	32,28	31,79	31,15
Tmin	22,43	22,25	21,93	20,73	19,01	19,01	17,71	16,36	17,28	18,85	20,91	21,41	22,36
Pmb	101	101	101	101	101	101	102	102	102	101	101	101	101
UR	82	83	82	80	80	80	81	78	73	71	74	76	81
Chu	233	187	181	120	86	86	77	53	42	69	136	140	183
Vis	18	18	18	20	21	21	20	20	13	12	17	19	18
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
DirVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
VelVen	5	5	5	4	5	5	5	5	6	7	7	7	6

Rerrenabaque			-14,45	-67,55	25,12	24,10	24,00	26,19	27,23	28,46	28,06	27,87
Tmed	27,69	27,40	27,63	27,18	25,12	24,10	24,00	26,19	27,23	28,46	28,06	27,87
Tmax	31,33	30,90	31,15	30,79	28,59	27,82	28,23	30,75	31,66	32,36	31,70	31,21
Tmin	22,20	21,97	21,66	20,42	18,43	17,03	15,61	16,79	18,42	20,57	21,15	22,06
Pmb												
UR	80,82	80,90	80,05	78,08	78,58	78,69	74,88	69,50	67,63	71,18	74,75	78,68
Chu	217,89	158,67	149,61	115,39	82,86	64,04	40,47	36,90	67,41	106,09	138,29	181,53
Vis												
Nub												
DirVen												
VelVen												

"El Alto"		BO	1	-16,52	-68,22	4071	4,45	3,30	5,90	7,05	7,80	9,10	8,55
Tmed	8,90	8,70	8,85	8,25	6,45	6,45	4,45	3,30	5,90	7,05	7,80	9,10	8,55
Tmax	14,10	13,80	14,40	15,60	15,90	15,90	12,80	12,70	14,40	16,30	14,40	17,80	14,60
Tmin	3,70	3,60	3,30	0,90	-3,00	-3,00	-3,90	-6,10	-2,60	-2,20	1,20	0,40	2,50
Pmb													
UR	70	68	65	56	42	42	44	38	47	41	59	39	64
Chu	128	67	97	21	3	3	28	0	17	2	64	16	149
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	7	7	6	5	4	4	3	3	4	5	5	6	6
DirVen	96	96	93	101	221	221	246	248	186	147	107	98	92
VelVen	10	9	9	8	9	9	10	10	10	11	11	11	10

"Viacha"		BO	1	-16,65	-68,30	3850	2,84	2,57	4,23	6,25	8,35	9,52	10,47
Tmed	10,55	10,26	9,86	7,52	4,75	4,75	2,84	2,57	4,23	6,25	8,35	9,52	10,47
Tmax	20,53	20,07	20,06	19,90	19,06	19,06	18,08	17,98	19,08	20,02	21,11	21,60	21,19
Tmin	0,57	0,45	-0,35	-4,87	-9,56	-9,56	-12,40	-12,85	-10,61	-7,52	-4,41	-2,57	-0,25
Pmb													
UR	61	60	61	56	48	48	48	44	45	45	47	49	51
Chu	135	92	68	33	12	12	4	6	15	28	36	50	83
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
Nub	6	5	5	4	3	3	2	2	3	4	4	4	5
DirVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999
VelVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999

"Potosí"		BO	1	-19,58	-66,75	3950													
Tmed		8,80	8,55	7,90	7,90	3,90	2,60	4,95	9,35	8,55	8,85	9,10							
Tmax		15,10	15,80	16,90	17,40	16,80	12,30	15,20	17,40	18,40	19,00	17,60							
Tmin		2,50	1,30	1,30	-1,60	-3,50	-7,10	-5,30	1,30	-1,30	-1,30	0,60							
Pmb		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999							
UR		72	66	69	55	37	31	33	34	49	44	59							
Chu		111	29	57	2	0	0	0	0	28	9	75							
Vis		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999							
Nub		6	6	5	4	2	2	2	3	3	4	5							
DirVen		59	55	76	127	223	233	231	215	124	81	73							
VelVen		11	10	9	10	12	13	13	13	12	13	12							

"Charaña"		BO	1	-17,59	-69,43	4057													
Tmed		9,62	9,45	9,20	7,26	4,31	1,93	3,43	5,31	7,13	8,43	9,44							
Tmax		18,72	18,85	18,76	18,48	16,71	14,89	16,03	17,44	19,30	20,41	20,37							
Tmin		0,58	0,04	-0,21	-3,68	-7,73	-10,10	-9,23	-6,76	-4,89	-3,48	-1,30							
Pmb		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999							
UR		57	56	56	45	40	38	37	36	38	37	44							
Chu		93	65	56	11	1	1	6	2	8	17	35							
Vis		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999							
Nub		5	6	5	4	3	2	2	2	3	3	4							
DirVen		211	221	215	224	227	228	228	226	225	227	222							
VelVen		10	10	9	9	10	10	10	12	12	12	11							

Chipaya				-19,02	-68,10														
Tmed		9,21	9,00	9,15	7,58	5,48	2,27	4,19	7,33	7,84	8,64	9,27							
Tmax		16,91	17,33	17,83	17,94	16,76	13,59	15,62	17,42	18,85	19,70	18,99							
Tmin		1,54	0,67	0,55	-2,64	-5,61	-8,60	-7,27	-2,73	-3,09	-2,39	-0,35							
Pmb																			
UR		64,48	60,94	62,73	49,93	38,52	34,46	34,96	34,79	43,63	40,67	51,64							
Chu		101,90	46,97	56,40	6,93	0,68	0,46	3,15	0,92	18,15	12,91	55,10							
Vis																			
Nub																			
DirVen																			
VelVen																			

"Laguna Colbrada"		BO	I	-22,22	-67,70	4228													
Tmed		5,17	4,05	3,99	1,67	-1,77	-1,95	-2,71	-1,41	0,55	2,50	3,98							
Tmax		14,62	13,62	13,59	12,58	8,15	7,05	8,31	9,66	11,97	13,93	14,94							
Tmin		-4,28	-5,53	-5,62	-9,25	-11,69	-10,95	-13,73	-12,49	-10,88	-8,92	-6,97							
Pmb		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999							
UR		51	53	52	41	40	37	37	33	33	35	43							
Chu mted		21	20	14	1	1	0	2	1	0	1	8							
Vis		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999							
Nub		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999							
DirVen		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999							
VelVen		-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999							

"Ascención de Guarayos"		BO	1	-15,70	-63,10	246												
Tmed	26,60	26,14	26,12	26,12	25,12	23,02	21,84	21,70	23,57	25,19	26,90	26,80	26,80	26,60				
Tmax	31,00	30,76	30,83	30,83	30,12	28,04	27,38	28,20	30,55	31,52	32,85	32,03	31,06					
Tmin	22,17	21,53	21,35	21,35	20,10	18,02	16,30	15,13	16,60	18,78	20,95	21,58	22,11					
Pmb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
UR	84	84	85	85	83	82	80	72	69	66	73	77	82					
Chu	251	216	174	174	90	75	44	22	48	75	95	193	233					
Vis																		
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
DirVen	163	140	117	117	132	164	112	152	191	197	161	156	174					
VelVen	7	7	7	7	9	9	9	12	11	12	10	10	8					

"San Juan de Yapacani"		BO	6	-17,28	-63,83	277												
Tmed	26,40	26,35	25,10	25,10	30,20	27,80	25,90	26,20	28,20	30,60	31,10	31,50	31,10					
Tmax	31,10	31,00	29,30	29,30	30,20	27,80	25,90	26,20	28,20	30,60	31,10	31,50	31,10					
Tmin	21,70	21,70	20,90	20,90	30,20	27,80	25,90	26,20	28,20	30,60	31,10	31,50	31,10					
Pmb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
UR	80	79	77	77	75	77	78	73	70	68	71	74	79					
Chu	317	246	188	188	98	112	90	59	83	86	153	270	270					
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
DirVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
VelVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					

"San Ignacio De Moxos"		BO	2	-14,91	-65,63	160												
Tmed	28,32	27,15	27,65	27,65	26,29	25,34	24,68	23,71	26,20	27,47	29,30	28,98	28,61					
Tmax	31,80	30,81	31,25	31,25	30,03	29,58	28,85	28,51	32,13	32,49	33,63	32,81	31,85					
Tmin	22,77	22,60	22,56	22,56	20,67	18,29	16,97	14,72	16,06	18,90	21,23	22,25	22,48					
Pmb	101	101	101	101	101	101	101	102	101	101	101	101	101					
UR	78	83	80	80	78	74	75	65	61	63	66	71	75					
Chu	135	103	98	98	62	45	14	8	6	40	45	62	128					
Vis	28	24	26	26	27	29	33	27	10	9	20	25	26					
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
DirVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
VelVen	10	9	8	8	9	8	9	10	8	10	9	11	9					

"Chimore"		BO	1	-16,95	-64,95	350												
Tmed	26,97	26,77	26,73	26,73	25,61	23,65	22,61	21,98	23,13	24,48	26,22	26,82	26,99					
Tmax	31,55	31,41	31,34	31,34	30,43	28,46	27,10	27,03	29,11	30,66	31,84	31,84	31,62					
Tmin	22,23	22,15	21,92	21,92	20,97	19,13	17,60	17,01	17,17	18,35	20,56	21,69	22,21					
Pmb	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
UR	82	82	81	81	79	80	79	72	69	67	72	76	81					
Chu	592	556	513	513	330	239	176	118	139	152	240	418	617					
Vis	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
Nub	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
DirVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					
VelVen	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999	-999					

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)