

MUDANÇAS CLIMÁTICAS COMO FATOR POTENCIALIZADOR DE VULNERABILIDADE EM ASSENTAMENTO PRECÁRIO:

Caso de São Paulo

CLIMATE CHANGE AS A VULNERABILITY FACTOR IN PRECARIOUS SETTLEMENT:

The Case of São Paulo

Cavalcanti, Cristina K. Caselli

(Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie) criscaselli@gmail.com

Alvim, Angelica A. Benatti

(Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie) angelica.alvim@mackenzie.br

Alves, Karina Dominici

(Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie) karina_dominici@hotmail.com

RESUMO

Nas últimas décadas, com o crescimento expressivo da população urbana mundial, a pobreza vem aumentando. Diversos fatores exógenos às condições socioeconômicas da população mundial, como por exemplo os efeitos da mudança climática contribuem para o agravamento da situação. Estudiosos apontam que eventos climáticos tem relação direta com o empobrecimento. Certas combinações entre eventos do clima e aspectos construtivos podem elevar a vulnerabilidade dos moradores, aumentando a exposição a perigos, como por exemplo enchentes, ondas de calor e secas, portanto, é importante entender quais os pontos da autoconstrução mais suscetíveis a extremos climáticos regionais. O artigo visa contribuir com o tema, relacionando um conjunto de variáveis relativas à envoltória de casas autoconstruídas em áreas urbanas, que sejam passíveis a interferência climática. Este conhecimento pode contribuir para preparar as moradias para resistir ou se adaptar a esses perigos, reduzindo a possibilidade de um agravamento da pobreza.

Palavras-chave: vulnerabilidade, mudança climática, assentamento precário, eventos extremos do clima.

Bloque temático: *Regeneración urbano-habitacional*

ABSTRACT

In the last decades, with the world urban populational growth, the poverty is increasing. Several factors exogenous to the world population socioeconomic conditions, such as the climate change effects, contribute to the worsening of the situation. Researchers point out that climate events are directly related to impoverishment. Certain combinations of climate events and constructive aspects can lead to a growth of residents' vulnerability by increasing exposure to hazards, such as floods, heatwaves and droughts. Therefore, it is important to understand which aspects of self-construction are more vulnerable to regional climatic extremes. The article aims to contribute to the theme, relating a set of variables to the facade and roof of self-construction houses in urban areas, that are susceptible to climatic interference. This knowledge can aid households to withstand and/or adapt against those risks, reducing the likelihood of worsening poverty.

Keywords: vulnerability, climate change, precarious settlement, extreme weather events.

Thematic block: urban-housing regeneration.

Introdução

Kishan Khoday e Walid Ali (2018) apontam que, atualmente, mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo vivem próximos da linha de pobreza ou abaixo dela, ou seja, cerca de dois terços da população mundial está mais exposta a riscos constantes, incluindo ameaças provenientes das mudanças do clima. Estima-se que em 2030 cerca de 100 milhões de pessoas podem voltar a extrema pobreza em função de alterações climáticas (KHODAY, et al., 2018).

O relatório *Shock Waves: Managing the Impacts of Climate Change* (HALLEGATTE, et al., 2016 p. 1) corrobora com as suspeitas de que a pobreza será potencializada pela mudança climática. Aponta ainda que eventos climáticos tem relação direta com o empobrecimento da população mundial, seja por desastres naturais ou de origem antrópica (HALLEGATTE, et al., 2016 p. 3). Estes fatores não representam apenas risco de vida, mas também consomem a renda das famílias, perpetuando-as em um ciclo perverso de pobreza.

A pobreza torna as famílias mais vulneráveis a eventos extremos do clima em decorrência do como e onde vivem. Normalmente vista como negativa, a vulnerabilidade assinala o quão suscetível um sistema é ao risco, a alterações sociais ou ambientais, e em que medida a população é capaz de se adaptar. Por exemplo, pode avaliar o risco de bens materiais serem atingidos, ou até mesmo o potencial de contaminação por agentes patogênicos (AQUINO, et al., 2017).

Aliar os esforços de redução das emissões de gases de efeito estufa, que visam reduzir o aquecimento global, com a promoção de ações de adaptação eficientes (CARTER, et al., 2018), como melhorias habitacionais e urbanas, além da criação de sistemas de alertas e informações rápidas, são estratégias importantes para minimizar riscos. O ideal é reforçar as capacidades de resiliência da população, reduzindo a vulnerabilidade frente a desastres de cunho climático.

A problemática levantada por este artigo é como a vulnerabilidade social pode ser agravada pelo impacto de fatores climáticos em habitações construídas sem auxílio técnico. A população de baixa renda que vive em assentamentos irregulares, está mais sujeita a consequências negativas impressas por extremos climáticos, como tempestades, secas e ondas de calor, em grande parte pela precariedade das construções.

A hipótese levantada é de que certas combinações entre fatores climáticos e aspectos construtivos podem ser indutores de vulnerabilidade socioeconômica para a população de baixa renda. As perguntas que surgem são: quais são as decisões “arquitetônicas” da autoconstrução que tornam seus moradores mais suscetíveis a efeitos da mudança climática? Seria possível, com “arquitetura”, melhorar essa relação entre clima e habitantes?

Parte de pesquisa em andamento¹, o objetivo deste artigo é relacionar um conjunto de variáveis relativas à envoltória de casas autoconstruídas em áreas urbanas, que sejam passíveis a interferência climática, por meio da análise das relações entre clima e construção. Busca-se identificar principalmente aquelas que possam prejudicar o conforto ambiental, saúde e eficiência energética, compreendendo como essas relações podem se tornar propulsoras de vulnerabilidade, afetando a resiliência da população frente aos eventos extremos do clima em São Paulo.

1.1 Os Efeitos Da Mudança Do Clima Em São Paulo

As alterações no clima variam de uma região para outra, e podem ser provocadas por mudanças naturais ou antrópicas (MARENGO, 2007 p. 58). Eventos climáticos extremos podem ocasionar problemas físicos que atingem a infraestrutura urbana e intensificam infecções oriundas de doenças de veiculação hídrica, como malária, dengue, cólera, febre amarela, encefalite e outras, assim como aumentam a mortalidade em razão da

¹ “Retrofit verde como forma de mitigar os efeitos das mudanças climáticas em assentamentos precários em áreas de mananciais de São Paulo” desenvolvida com bolsa FAPESP (Processo 2017/01781-7).

maior proximidade com água contaminada. Os problemas de saúde pública podem aumentar em áreas densamente povoadas em decorrência da ocupação desordenada e infraestrutura de saneamento insuficiente, facilitando a expansão de agentes de doenças infecciosas e a distribuição de vetores, devido a água poluída e ao aumento de temperatura (SÃO PAULO, 2011 p. 42).

Os desastres atribuídos ao clima no Brasil têm grande interferência do homem, isso porque existe uma extensa degradação de áreas frágeis, principalmente corpos d'água e áreas de florestas. O uso impróprio dos recursos naturais, como por exemplo, a ocupação de áreas de várzea, encostas e áreas desmatadas são os principais fatores que provocam desastres naturais (SANTOS, 2007 pp. 10-11), como enchentes e deslizamentos de terra.

Os impactos de episódios de extremos climáticos com origem atmosférica (chuvas e calor), são extremamente danosos no ambiente urbano, pois podem, segundo Carlos Nobre (NOBRE, 2011 p. 36) "extrapolar a capacidade de absorção de suas consequências pela sociedade". O risco de ser vítima de um desastre provocado pelo clima, aumenta de acordo com a precariedade das condições sociais e renda mais baixa (NOBRE, 2011 p. 36).

No Estado de São Paulo, o aquecimento medido em áreas urbanas, pode ter origem natural, como os aquecimentos do Atlântico Sul (observados desde 1950), ou antropogênicos, como com as Ilhas de Calor, podendo inclusive ser uma combinação dos dois (MARENGO, 2007 p. 58). No documento Mudanças climáticas globais no Estado de São Paulo, elaborado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) indica-se que o volume de precipitações intensas aumentou nos últimos 50 anos, e se concentram em poucos dias do ano, separados por longas estiagem. A redução da frequência das chuvas leves tem sido relacionada às Ilhas de Calor na Região Metropolitana de São Paulo, isso porque a umidade relativa do ar mais baixa dificulta a condensação, fato possivelmente agravado pelo ar poluído (MARENGO, VALVERDE, OBRGON, 2013 p. 62-65)

A cidade sofre ainda, a influência da brisa do mar, e tem mostrado uma tendência atual de noites mais quentes do que o período entre 1961-1990 (SÃO PAULO, 2011 p. 45). Segundo Carlos Nobre (2011 p. 39) nos últimos 70 anos houve um aumento de 2,1º C na temperatura e 7% de diminuição da umidade relativa do ar. O autor aponta que, no período entre 1961 a 1991, o aumento da temperatura foi 0,7º C maior na Região Metropolitana de São Paulo, do que a média do país, sugerindo interferência da urbanização na elevação da temperatura local (NOBRE, 2011 p. 40).

Nobre (2011 p. 40) relaciona o extremo de chuvas e de temperatura com a ocupação do solo e processo de urbanização e desenvolvimento da cidade de São Paulo. Medições feitas pela USP e a CGE (Centro de Gerenciamento de Emergências) mostram que áreas altamente impermeabilizadas, ou seja, extremamente construídas e pavimentadas, colaboram com a formação de tempestades de curta duração e alta intensidade.

Uma consequência grave do impacto das alterações no clima ocorrido na região de São Paulo, foi a seca de 2014. No texto A urgência das águas: intervenções urbanas em áreas de mananciais do Caderno Metrôpoles, Alvim, Kato e Rosin (2015) apontam que a Região Metropolitana de São Paulo sofreu em 2014 a maior seca medida nos últimos 84 anos, prejudicando o abastecimento de aproximadamente 20 milhões de habitantes. Muitos bairros afastados da cidade formal, deficientes em infraestrutura de saneamento, sofreram com a diminuição da vazão na rede e fornecimento intermitente. Este é um dos efeitos mais perversos das mudanças dos regimes de chuvas, tornando a população mais frágil, vulnerável a crises hídricas (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2016).

O Quadro 1 mostra de forma sintética e com o foco voltado especificamente para a construção e sua utilização, as consequências de cada um dos indicadores de Mudança Climática e seus resultados sobre a segurança da população, assim como redução da qualidade de vida. As ondas de calor têm aumentado o desconforto e consequentemente a demanda de eletricidade para condicionar mecanicamente o ar.

O calor em excesso traz um maior risco de desidratação em crianças e idosos, e pode potencializar doenças cardiovasculares. Além do que, o calor sem chuvas dificulta a dispersão de poluentes, que pairam no ar por mais tempo antes de se depositar em alguma superfície, aumentando a ocorrência de doenças respiratórias. As longas estiagens combinadas com o calor também comprometem o abastecimento de água, prejudicando toda a cidade e afetando a agricultura de áreas próximas a capital paulista. Por outro lado, as tempestades pontuais alagam diversos trechos da cidade, invadem casas e podem provocar deslizamentos de terra, gerando perdas econômicas e humanas.

MUDANÇA CLIMÁTICA	CONSEQUÊNCIAS	CONSTRUÇÃO
CALOR INTENSO	• Aumento da demanda por refrigeração	<ul style="list-style-type: none"> • Características térmicas da alvenaria • Caixilhos (vedação e dimensionamento) • Características térmicas da cobertura
	• Redução da qualidade de vida da população, em decorrência da inadequação das moradias	
	• Maior impacto sobre população de risco (idosos, bebês e pobres)	
	• Queda na qualidade do ar	
SECA E CALOR	• Falta de água para abastecimento para a população e para atividades econômicas;	<ul style="list-style-type: none"> • Estanqueidade (ar) da construção • Equipamentos economizadores de água • Coleta de águas da chuva • Reuso de águas cinza • Uso de biodigestor para tratar esgoto
	• Redução do potencial de geração de eletricidade;	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas permeáveis agem na manutenção do ciclo hídrico, auxiliando na manutenção dos níveis de corpos d'água; • A economia do uso de água no âmbito doméstico pode auxiliar na manutenção dos níveis dos reservatórios;
	• Aumento do fluxo migratório;	<ul style="list-style-type: none"> • Sem vínculo direto com a construção, as vulnerabilidades acentuadas pela seca e calor, podem ser um dos condicionantes das migrações;
PRECIPITAÇÕES ABUNDANTES	• Aumento na frequência e intensidade das precipitações	<ul style="list-style-type: none"> • Estanqueidade da cobertura • Estabilidade da cobertura • Resistência dos materiais de cobertura a chuvas e ventos

Quadro 1: Síntese dos efeitos da mudança climática no estado de São Paulo e suas consequências para a população. Elaborado pelas autoras com base em (SÃO PAULO, 2011 p. 43)

De modo geral, cada região do país sofre de forma diferente com os eventos extremos do clima, e a cidade de São Paulo tem alguns deles potencializados pela ilha de calor na qual está inserida. A partir da revisão bibliográfica sobre o tema, principalmente o relatório Mudanças climáticas globais no Estado de São Paulo da Secretaria do Meio Ambiente e CETESB (SÃO PAULO, 2011), concluiu-se que a cidade está suscetível a ondas de calor, calor aliado a longas estiagens e precipitações intensas.

Em suma as alterações no clima paulistano apontam para o aumento de eventos de calor extremo, períodos de secas aliados ao calor e precipitações abundantes concentradas em poucos dias. Em São Paulo a situação tem sido crítica, e a população que reside em áreas afastadas da periferia, em habitações precárias e muitas vezes irregulares, são as que mais sofrem com os efeitos perversos da mudança climática.

1.2 Os efeitos dos eventos do clima no ambiente construído

É de suma importância compreender como eventos climáticos extremos aumentam a exposição da população a perigos, como inundações, deslizamentos de terra, entre outros. Entender como e onde estão as vulnerabilidades da população facilitam o direcionamento de recursos de forma mais eficiente para mitigação, preparação, resposta e recuperação mediante desastres (FLANAGAN, et al., 2011 p. 2). O conhecimento

permite que haja tempo hábil para planejar ações responsivas a eventos extremos ou remediar mais rapidamente, minimizando o sofrimento e perdas das famílias afetadas.

A busca por soluções para mitigar os efeitos do clima sobre a população, passa pela qualidade da habitação. O documento *Housing & slum upgrading* (UNIHABITAT) cita a importância em se focar investimentos nas aspirações e necessidades da população de baixa renda e nos grupos mais vulneráveis. Melhoria habitacional é uma das estratégias para se atingir um desenvolvimento urbano sustentável, beneficiando a adaptação da população frente a eventos extremos do clima. Uma moradia mais adequada a realidade atual, além de mais confortável e saudável, pode consumir menos energia, e conseqüentemente emitir menos dióxido de carbono, reduzindo seu potencial de contribuição com o aquecimento global. Estratégias como essas, em larga escala, podem ter papel determinante na mitigação dos efeitos do clima.

A mudança climática tem reforçado a importância das casas como abrigos, ou seja, como anteparo de proteção às intempéries. A OMS (Organização Mundial de Saúde) (WHO, 2018) destaca a proteção dos moradores em relação ao frio, calor e outros eventos extremos do clima, como um importante aspecto para promover a resiliência. Construções deficientes oferecem maiores riscos de queda, assim como maiores temperaturas internas que causam doenças relativas ao calor (cardiovascular) e a má qualidade do ar interno pode provocar alergias e problemas respiratórios (WHO, 2018). É importante ressaltar, que essas edificações precárias usualmente têm acesso inadequado ao saneamento básico, aumentando ainda mais a exposição a riscos de saúde. A habitação tem se consagrado como um instrumento que auxilia na adaptação às mudanças climáticas, reduzindo vulnerabilidades.

No Brasil, a Caixa Econômica Federal, criou o Selo Azul, um sistema de classificação da sustentabilidade de projetos. Esta certificação busca incentivar o uso racional dos recursos naturais, reduzir os custos de operação, e conscientizar a população das vantagens de se viver em construções sustentáveis, reconhecendo empreendimentos que contribuam para reduzir os impactos ambientais gerados por ocupações humanas. O selo se preocupa com o impacto da construção no meio ambiente, e como isso reflete no clima (JOHN, Prado, 2010). A relação inversa, onde se questiona o potencial da habitação de resistir aos extremos climáticos não é considerada.

O PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) vem certificando equipamentos (eletroeletrônicos e veículos) desde a década de 1990, subsequentemente, no início dos anos 2000 o PROCEL Edifica (Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações) passou a ter uma metodologia de avaliação de eficiência energética para construções. Posteriormente com o programa PBE-Edifica (Programa Brasileiro de Etiquetagem) do PROCEL classificam-se as construções comerciais, públicas e residenciais de acordo com o seu desempenho em termos de consumo de energia. Nesta certificação, ainda voluntária para edificações residenciais, são contabilizados aspectos térmicos inerentes a envoltória, assim como dimensionamento de caixilhos. Aquecimento solar de água, hidrômetro individualizado e outros elementos economizadores entram como bonificações.

Tanto o Selo Azul da Caixa Econômica, quanto o PBE- Edifica, se preocupam com a construção em si, avaliando os custos de operação como consequência de decisões projetuais. Aspectos relativos à vulnerabilidade da edificação frente aos extremos climáticos não são considerados. Entender quais os aspectos da construção que irão sofrer mais com as alterações no clima, fazem com que seja possível planejar e preparar políticas que tornem as moradias mais adaptadas a uma nova realidade climática. O planejamento é uma das formas de adaptação, viabilizando a resiliência como uma resposta proativa à vulnerabilidade, dando a população a capacidade de mudar e se adequar ao clima (IPCC, 2001 p. 89).

A Figura 1, com base no artigo de Salami, Von Meding e Giggin (2017), apresenta os aspectos relativos à vulnerabilidade de assentamentos urbanos (insegurança na posse, renda e más condições da moradia) relacionados aos efeitos do clima na cidade de São Paulo. No quadro, mostram-se medidas de redução de

riscos, elencando soluções que visam, de forma sustentável, reduzir os impactos das mudanças climáticas. Essa vulnerabilidade é dividida em três variáveis, exposição, suscetibilidade e resiliência:

- **Exposição** - abrange aspectos do meio físico que aumentam os riscos frente a mudança climática.
- **Suscetibilidade** - aspectos de âmbito socioeconômico, permitem verificar o acesso da população a serviços públicos como saneamento ambiental, saúde e educação, e características da população (renda, idade e educação) que impactam na extensão dos estragos e na capacidade da população se recuperar.
- **Resiliência** - aponta elementos que podem ser usados para reduzir as consequências dos extremos climáticos, como mecanismos de adaptação.

A partir do entendimento destas três categorias de análise, pôde-se inferir que em relação à exposição, 4 itens têm relação direta com as construções. A idade do edifício indica, por exemplo, uma maior suscetibilidade a goteiras e outros problemas que podem ser potencializados pela fadiga dos materiais. O tipo de construção abrange os sistemas utilizados na envoltória, e muitas vezes, inadequados ao clima local. A permeabilidade é um importante aspecto para a manutenção do ciclo hídrico, e a impermeabilização do solo sobrecarrega sistemas de drenagem, assim como a pavimentação retém maior quantidade de calor, influenciando no microclima local. A forma como foi concebida a estrutura da construção influencia na sua capacidade de resistir a eventos extremos do clima.

Segundo o método de Salami, Von Meding e Giggin (2017), para se alcançar o desenvolvimento sustentável é necessário que se invista em planos de redução de riscos, e com isso estipular medidas de adaptação e mitigação estimulando a resiliência. Controlar a ocupação do solo urbano, aumentando a permeabilidade e reduzindo a influência das ilhas de calor, tem impacto nas alterações locais do clima. A observância de códigos de obras, que primam pela salubridade nas edificações, garantindo ventilação e iluminação naturais, reduzem o consumo de eletricidade para a utilização dos espaços.

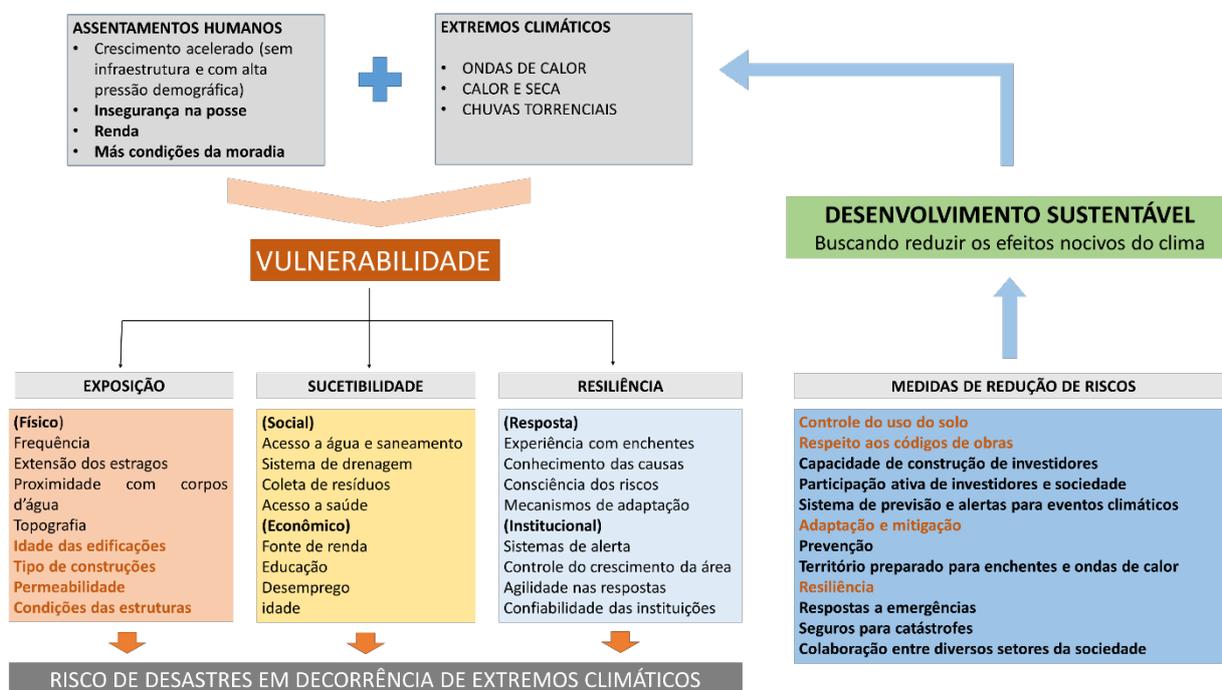


Figura 1: Elaborado pelas autoras com base em gráfico do artigo *Urban settlements' vulnerability to flood risks in African cities: A conceptual framework* (SALAMI, et al., 2017), os aspectos relacionáveis com a construção estão destacadas em laranja. Acessado em: 14/12/2018.

A pesquisa de Salami, Von Meding e Giggin (2017) indica que a “arquitetura” pode ser um elemento de grande valia para o planejamento de moradias mais adequadas ao clima atual, principalmente no caso das habitações

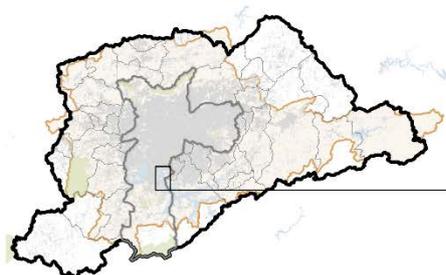
precarias. A busca por soluções que aumentem a resiliência da população contribui para minimizar gastos de energia e de água, reduzindo a pressão sobre os recursos naturais e mitigando a vulnerabilidade socioambiental da população de baixa renda. Além disso, a “arquitetura” pode impactar positivamente com a melhoria das condições de habitabilidade, e consequentemente da qualidade de vida desta população.

2.1 Metodologia: Levantamento nos bairros Cantinho do Céu e Lago Azul

A pesquisa tem como foco a suscetibilidade das autoconstruções a extremos climáticos e o potencial de agravamento de vulnerabilidades. Nas cidades brasileiras, de modo geral, loteamentos irregulares são constituídos de casas construídas por meio de autogestão, sem auxílio técnico, executado por uma população com escassos recursos financeiros e técnicos. Como objetivo empírico, foi analisado um conjunto de casas autoconstruídas no município de São Paulo, na região periférica conhecida como Cantinho do Céu, formada pelos loteamentos irregulares Condomínio Lago Azul, Lago Dourado e Recanto dos Cisnes (Figura 2).

LOCALIZAÇÃO DO CANTINHO DO CÉU E REPRESA BILLINGS

Região Metropolitana de São Paulo e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê



- Região Metropolitana de São Paulo (RMSP)
- Municípios RMSP
- Bacia Hidrográfica do Alto Tietê
- Mancha Urbana
- Parques
- Corpos D'Água



Figura 2 Mapa de localização da região estudada e delimitação aproximada dos loteamentos irregulares da região. Mapa elaborado pelas autoras com base em (FRANÇA, et al., 2012 p. 99) e (MIRANDA, 2003).

A área escolhida, de acordo com informações dos setores censitários, tem 71,4% do território classificado pelo Índice de Vulnerabilidade Paulista (IPVS)² como 6 (muito alta), e 9,5% como 5 (alta) (Prefeitura de São Paulo, 2014). A renda média, produto da soma dos 42 setores censitários que compõe a área, é de R\$ 453,20 (US\$118,85) per capita e a população total 36.610 habitantes.

² O IPVS (Índice de Vulnerabilidade Paulista) é um importante instrumento para levantar áreas que concentram população em situação de fragilidade, e que devam ser alvo prioritário de políticas públicas. O IPVS considera a renda, composição familiar, condições de saúde e o acesso a serviços médicos, assim como o acesso e a qualidade do sistema educacional, a empregabilidade com remuneração adequada e garantias legais principalmente no que tange a moradia (SEADE, 2010 p. 8).

O território estudado, especialmente o trecho correspondente ao Residencial dos Lagos, foi objeto de intervenção por parte da Prefeitura Municipal entre os anos de 2008 e 2012 e na ocasião abrangia cerca de 10.850 domicílios (FRANÇA, et al., 2012 p. 128). No âmbito do Plano Municipal de Habitação de 2010 (PMH, 2010), esta área foi indicada como prioritária para intervenção por reunir cenário de alta vulnerabilidade, principalmente casas construídas fora dos padrões edilícios.

A região vem sofrendo uma série de urbanizações parciais com implantação de infraestrutura de saneamento básico e melhorias no sistema viário e de iluminação. Especificamente o loteamento Residencial dos Lagos, recebeu em 2012 nova infraestrutura urbana e o Parque do Cantinho do Céu, evidenciando que urbanização associada a implantação de espaços públicos influenciam obras de melhoria nas habitações.

De modo geral, apesar de não ser o foco da pesquisa pode-se constatar algumas diferenças entre os loteamentos pesquisados, como tamanho dos lotes, anos vivendo na mesma casa, número de crianças e ocorrência de cômodos sem aberturas para o exterior.

Apesar da região não ser suscetível a inundações, e nenhuma das casas avaliadas se encontrar em área de risco geotécnico, a pesquisa centrou-se em avaliar os efeitos das alterações climáticas nas autoconstruções existentes. É importante ressaltar que foram visitadas moradias tanto em áreas com intervenção urbana, quanto sem.

A partir da percepção do potencial das características da construção em aumentar a vulnerabilidade da população frente aos efeitos do clima, a pesquisa buscou identificar quais atributos da autoconstrução apresentam relação com a temática. As três variáveis dos extremos climáticos que atingem a região da cidade de São Paulo, auxiliaram na definição dos elementos cruciais a serem analisados nas construções. Estas possibilitaram a criação de um raciocínio que resultou em um método para a coleta de dados in loco. A pesquisa de campo foi organizada a partir de um levantamento fotográfico e aplicação de um questionário, buscando um diagnóstico das condições das habitações. Com o intuito de alcançar relevância estatística, foram aplicados 32 questionários.

Os dados coletados, tanto por meio do questionário, quanto pela observação foram tabulados de forma a organizar informações referentes à construção das fachadas, cobertura e aberturas das casas. Esses dados contribuíram para identificar um padrão de deficiências recorrentes, resultando em um diagnóstico do potencial de proteção das casas em relação ao clima. A partir disto, pode-se estabelecer uma relação com aspectos da mudança climática, gerando uma matriz onde é possível determinar quais moradias apresentam mais problemas frente aos extremos do clima.

3.1 Resultados preliminares

Os resultados preliminares permitem identificar as principais características das residências pesquisadas que possuem relação direta com os aspectos climáticos observados anteriormente. De um modo geral, os terrenos são retangulares com em média 5,77m de frente e de 21,11m profundidade. A predominância de terrenos retangulares limita as opções de plantas utilizadas pela população. Em consequência das dimensões dos lotes, as casas usualmente são concebidas ao longo de um corredor lateral. Os próprios loteadores forneciam um modelo de planta (Figura 3) onde os ambientes eram dispostos em fila, acompanhando o formato do terreno. No mínimo 14 casas seguem o mesmo padrão de projeto, variando apenas o número de dormitórios.

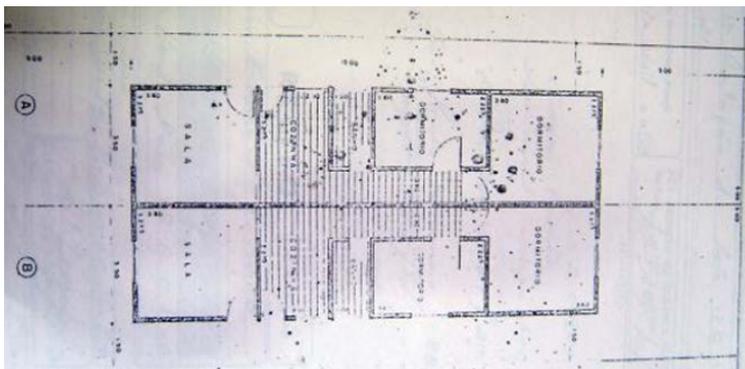


Figura 3: Planta fornecida pelos loteadores da região do Cantinho do Céu. Imagem disponível em: (RICHARDS, 2011 p. 226)

As casas são geminadas em pelo menos um dos lados, e independentemente de onde está o norte, acompanham o sentido do terreno, ocupando ao máximo sua área. A não observância de recuos mínimos, resultam em poucos locais por onde a ventilação natural e insolação podem penetrar. A orientação solar é um aspecto ignorado na implantação das habitações.

Corredores estreitos são um agravante para a ventilação e iluminação natural. Na casa 3 por exemplo, o recuo lateral é a única fonte de luz e ventilação de 5 dos 6 cômodos da casa. A fachada que recebe todas as janelas, com exceção da abertura do quarto do casal, é face sul é voltada ao recuo lateral de 1,05m no térreo. No segundo pavimento a construção é mais larga, deixando uma passagem para o sol de aproximadamente 0,48m (Figura 4), influenciando o acesso ao sol da habitação no primeiro pavimento.

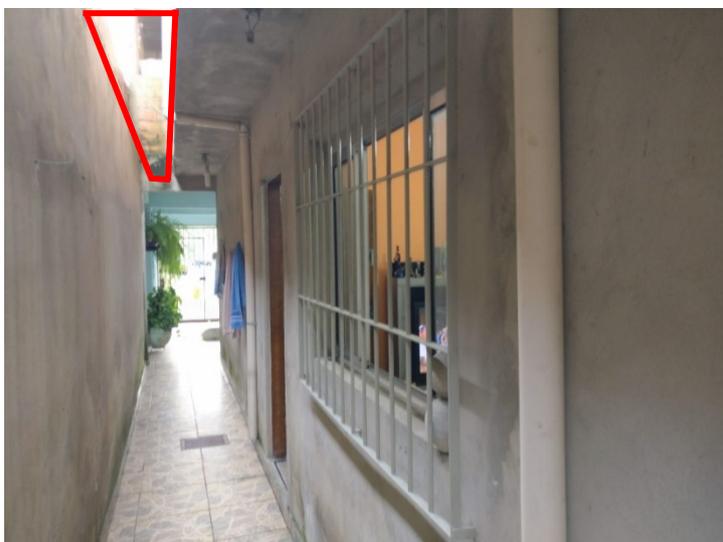


Figura 4: Imagem corredor lateral da casa 3, a passagem tem 1,06m e o beiral cerca de 0,60m, reduzindo ainda mais o acesso ao sol. Arquivo pessoal.

O acesso a luz e calor do sol são prejudicados pela própria arquitetura utilizada nas casas visitadas. As aberturas seguem um padrão estipulado pelos caixilhos disponíveis no mercado, ou seja, esquadrias de dormitórios usualmente com dimensões de 1,20 x 1,0m, nas salas variam entre 1,20 x 1,0m e 1,50 x 1,0m, nas cozinhas e banheiros há uma maior variedade de tamanhos e modelos. Para entender a influência das aberturas, as áreas de cozinha, um dormitório e sala de 12 casas foram analisadas de acordo com a Norma de Desempenho, e comparadas com o tamanho das janelas. A Tabela 1 mostra essa relação entre as áreas dos ambientes e aberturas para ventilação e a Tabela 2 para iluminação natural.

Como se pode observar apenas 2 moradias tem janelas de cozinha dentro dos padrões estipulados pelo PBE-Edifica para ventilação natural, nas salas, 3 casas, já nos dormitórios, apenas a casa 9 tinha abertura adequada. Outro aspecto importante para o conforto térmico, é a ventilação cruzada, mas para que ela ocorra, é necessário que as aberturas estejam em paredes opostas ou adjacentes. Constatou-se que três das casas visitadas tem aberturas em apenas uma fachada, e seis delas tem apenas um basculante pequeno em fachada adjacente ou oposta, prejudicando o fluxo de ar.

VENTILAÇÃO NATURAL															
CASA	cozinha					sala					dormitorio				
	área de piso	área vent.	8%	atende ?	externa	área de piso	área vent.	8%	atende ?	externa	área de piso	área vent.	8%	atende ?	externa
casa 2	17,30	0,84	1,38	NÃO	sim	17,97	0,60	1,2	NÃO	não	17,30	0,60	1,38	NÃO	sim
casa 3	10,05	0,76	0,80	NÃO	sim	13,80	0,64	1,104	NÃO	sim	13,75	0,93	1,10	NÃO	não
casa 4	18,41	0,46	1,47	NÃO	sim	cozinha e sala integradas					14,26	0,48	1,14	NÃO	sim
casa 5	12,45	1,36	1,00	SIM	não	12,59	0,71	1,00688	NÃO**	não	11,56	0,39	0,92	NÃO	sim
casa 7	7,76	0,45	0,62	NÃO	sim	12,32	0,71	0,98541	NÃO**	sim	8,57	0,59	0,69	NÃO	sim
casa 8	13,38	0,8148	1,07	NÃO	sim	cozinha e sala integradas					13,48	0,46	1,08	NÃO	sim
casa 9	11,08	0,76	0,89	NÃO	não	10,57	1,10	0,84548	SIM	sim	7,88	0,73	0,63	SIM	não
casa 11	9,99	0,61	0,80	NÃO	não	12,22	1,11	0,97759	SIM	sim	12,15	0,51	0,97	NÃO	não
casa 13	15,49	0,50	1,20	NÃO	sim	18,52	0,00	1,2	NÃO	não	10,12	0,46	0,81	NÃO	sim
casa 14	12,13	0,95	1,20	NÃO	sim	9,49	1,13	0,75942	SIM	não	14,53	1,11	1,16	NÃO	não
casa 17	11,87	0,48	0,95	NÃO	sim	16,77	0,60	1,3415	NÃO	sim	6,41	0,48	0,51	NÃO	sim
casa 18	11,21	0,70	0,90	NÃO	sim	10,66	0,49	0,85267	NÃO	sim	11,21	0,46	0,90	NÃO	sim
casa 22	10,27	0,00	0,82	NÃO		8,31	0,48	0,66493	NÃO	sim	14,20	0,42	1,14	NÃO	sim
casa 28	7,97	0,80	0,64	SIM	não	não tem o ambiente					8,44	0,60	0,68	NÃO	sim

Tabela 1: Quadro avalia as aberturas quanto ao potencial de ventilação natural. Elaborado pela autora com base nos levantamentos de campo executados pela autora.

A questão da iluminação natural é ainda mais crítica em relação aos padrões do PBE Edifica. A Tabela 2 indica que duas casas tinham aberturas adequadas aos parâmetros de iluminação natural em apenas um dos ambientes. As duas janelas em conformidade estão em salas, por outro lado todos os dormitórios e cozinhas analisados estão em desacordo. Essa incompatibilidade com a norma, eleva o número de horas diurnas onde há a necessidade de luzes acesas, resultando em um maior consumo de eletricidade. Por exemplo, a média de consumo energético de 18 das casas analisadas que apresentaram contas de energia, é de 222 kWh mês, mesmo inseridas em tarifas de baixa renda, o custo do kWh é de aproximadamente R\$ 0,45³ sem impostos, resultando em um custo mensal médio de energia superior a R\$ 100,00.

³ Dados do site da ENEL disponível em: <https://www.eneldistribuicao.com.br/para-sua-casa/tarifa-de-energia-eletrica> acessado em: 29/07/2019. A tributação do PIS e COFINS é variável, o ICMS é na região de 12%, sendo possível estimar apenas parte do valor final da conta de luz.

ILUMINAÇÃO NATURAL															
CASA	cozinha					sala					dormitorio				
	área de piso	área ilumin.	12,5%	atende?	externa	área de piso	área ilumin.	12,5%	atende?	externa	área de piso	área ilumin.	12,5%	atende?	externa
casa 2	17,30	0,78	1,88	NÃO	sim	17,97	1,05	1,88	NÃO	não	17,30	0,68	1,88	NÃO	sim
casa 3	10,05	0,73	1,26	NÃO	sim	13,80	1,13	1,73	NÃO	sim	13,75	1,64	1,72	NÃO	não
casa 4	18,41	0,81	2,30	NÃO	sim	cozinha e sala integradas					14,26	0,54	1,78	NÃO	sim
casa 5	12,45	1,26	1,56	NÃO	não	12,59	1,22	1,57	NÃO	não	11,56	0,36	1,44	NÃO	sim
casa 7	7,76	0,42	0,97	NÃO	sim	12,32	1,03	1,54	NÃO	sim	8,57	0,66	1,07	NÃO	sim
casa 8	13,38	0,76	1,67	NÃO	sim	cozinha e sala integradas					13,48	0,52	1,69	NÃO	sim
casa 9	11,08	0,71	1,39	NÃO	não	10,57	1,79	1,32	SIM	sim	7,88	0,82	0,98	NÃO	não
casa 11	9,99	0,57	1,25	NÃO	não	12,22	1,11	1,53	NÃO	sim	12,15	1,06	1,52	NÃO	não
casa 13	15,49	0,88	1,94	NÃO	sim	18,52	2,17	2,32	SIM	não	10,12	0,52	1,26	NÃO	sim
casa 14	12,13	0,95	1,52	NÃO	sim	9,49	1,13	1,19	NÃO	não	14,53	1,25	1,82	NÃO	não
casa 17	11,87	0,84	1,48	NÃO	sim	16,77	1,05	2,10	NÃO	sim	6,41	0,54	0,80	NÃO*	sim
casa 18	11,21	0,65	1,40	NÃO	sim	10,66	0,56	1,33	NÃO	sim	11,21	0,51	1,40	NÃO	sim
casa 22	10,27	0,00	1,28	NÃO	sim	8,31	0,54	1,04	NÃO	sim	14,20	0,39	1,78	NÃO	sim
casa 28	7,97	0,75	1,00	NÃO	não	não tem o ambiente					8,44	0,68	1,06	NÃO	sim

Tabela 2: Quadro avalia as aberturas quanto ao potencial de iluminação natural. Elaborado pela autora com base nos levantamentos de campo executados pela autora.

Em termos de desempenho térmico, avaliam-se coberturas e alvenaria de vedação. A Tabela 3⁴ sintetiza dados relativos ao desempenho térmico dos tipos de coberturas existentes na área estudada. A tabela em questão compara a transmitância térmica (U) do material, assim como o atraso térmico (φ), com os valores especificados na Norma Brasileira de Desempenho térmico de edificações (NBR 15220/3). Os parâmetros de transmitância térmica e atraso térmico variam de acordo com características da superfície, dado pela absorvância (α). A norma determina que para construções na Zona Bioclimática 3, da qual São Paulo faz parte, que lajes de cobertura devem ser leves isoladas e com transmitância térmica $U \leq 2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, e atraso térmico⁵ de 3,3 horas. Quando a absorvância da cobertura é maior que 0,6 (cores mais escuras e menos reflexivas) a transmitância deve ser menor ou igual a $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, enquanto absorvância menor ou igual a 0,6 a transmitância deve ser menor ou igual a $2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

A partir destes parâmetros a Tabela 3 apresenta os desempenhos dos quatro sistemas de cobertura encontrado nas casas visitadas. No caso da cobertura de fibrocimento, a transmitância é o dobro do que indica a NBR 15220, nas lajes de concreto a transmitância também excede os valores ideais. Quando combinados telhado mais laje a transmitância está mais próxima dos padrões, mas ainda em descompasso com a norma.

Materiais de cobertura	α	R ($\text{m}^2\text{K/W}$)	U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	U NBR 15220	φ (horas)	φ norma NBR 15220-3:2005	Ct	Ct NBR 15220
telhado de fibrocimento	0,50*	0,22	4,6	$U \leq 2,30$	0,1	$\leq 3,3$	12,8	irrelevante
Laje pré-moldada com lajota cerâmica + argamassa inferior	0,65**	0,35	2,8	$U \leq 1,5$	5,4	$\leq 3,3$	204,8	irrelevante
Telhado de fibrocimento + laje + argamassa inferior	0,50*	0,38	2,6	$U \leq 2,30$	4,1	$\leq 3,3$	247,5	irrelevante
Telhado de fibrocimento + forro	0,50*	0,36	2,8	$U \leq 2,30$	0,4	$\leq 3,3$	15,4	irrelevante

* (Desempenho térmico e absorvância solar de telhas de fibrocimento sem amianto submetidas a diferentes processos de envelhecimento natural, 2017) dados absorvância telhas de fibrocimento

**Projeto de Norma da ABNT 02:135.07-002 (1998)

Tabela 3: Desempenho térmico dos sistemas de cobertura encontrados durante pesquisa de campo. São descritas a absorvância (α), transmitância (U), atraso térmico (φ) e capacidade térmica (Ct). Elaborado pela autora com informações da NBR 15.220 e site PROJETEE da Universidade Federal de Santa Catarina.

⁴ Os valores da planilha apontam o desempenho mínimo determinado pela Norma NBR 15220/3. Existem parâmetros intermediários e superiores apresentados na norma NBR 15220/02. Como a análise se baseia em habitação autoconstruída, foram utilizados os valores mínimos para se atingir o conforto, visto cenário de vulnerabilidade que as moradias se encontram.

⁵ Período que separa a variação de temperatura entre a superfície externa e interna.

Como as casas são geminadas pelo menos de um dos lados, e os corredores laterais são estreitos, a incidência de insolação nas vedações é restrita. De qualquer forma, a NBR 15.220-3 determina que alvenarias construídas na zona bioclimática 3 sejam “leve refletora”. Quando a absorvância é maior que 0,6 a transmitância deve ser menor ou igual a 2,5 W/(m²K), enquanto absorvância menor ou igual a 0,6 a transmitância deve ser menor ou igual a 3,70 W/(m²K)”. Para determinar os valores na Tabela 4 foi usada a calculadora de propriedades do site Projeteeee (Projetando Edificações Energeticamente Eficientes)⁶ da Universidade Federal de Santa Catarina. Foram calculadas as propriedades de três tipos de paredes, uma com bloco de 9x14x24 revestido apenas internamente, outra com o mesmo bloco revestido internamente e externamente rebocada e por fim alvenaria acabada e pintada externamente de branco.

Em termos de desempenho térmico, as alvenarias presentes nas habitações estudadas, estão dentro da norma em relação a transmitância térmica, com exceção das paredes sem nenhum tipo de acabamento externo. O atraso térmico está adequado nos três tipos de paredes. Mesmo que as alvenarias estivessem expostas a radiação constante, quando acabadas em ambas faces há proteção adequada.

Materiais vedação	α	U (W/m ² k)	U NBR 15220	R (m ² K/W)	ϕ (horas)	ϕ norma NBR 15220	Ct	Ct NBR 15220
Alvenaria acabada bloco e argamassa de acabamento cinza	0,30**	2,4	U ≤ 3,7	0,41	3,5	≤ 4,3	140,3	≥ 130
Alvenaria acabada bloco e argamassa de acabamento branco	0,158**	2,4	U ≤ 3,7	0,41	3,5	≤ 4,3	140,3	≥ 130
Alvenaria com acabamento interno e sem externamente (no bloco)	0,65**	2,6	U ≤ 2,5	0,36	4,2	≤ 4,3	90,3	≥ 130

**Projeto de Norma da ABNT 02:135.07-002 (1998)

Tabela 4: dados referentes a transmitância térmica e atraso térmico dos tipos de alvenaria encontrados nas casas levantadas. Elaborado pela autora com informações da NBR 15.220 e site PROJETEIII da Universidade Federal de Santa Catarina.

Reunindo os aspectos referentes as propriedades térmicas dos materiais utilizados nas habitações analisadas, assim como características do posicionamento das aberturas, foi possível criar a Matriz 1 para a avaliação das construções mediante aspectos do clima extremo. Foram listados os problemas que as casas apresentam que podem ser relacionados com problemas oriundos dos extremos climáticos, com destaque às ondas de calor e chuvas intensas.

Unindo informações sobre o desempenho térmico dos materiais utilizados nos projetos e a configuração das habitações, quais são os maiores problemas das casas que podem ser agravados pelo calor extremo e chuvas torrenciais? O Quadro 2 sintetiza os elementos construtivos que interferem no desempenho termo energético das habitações e estanqueidade, estipulando diretrizes para avaliar as construções. O Quadro 2 orientou a elaboração de uma matriz que mostra as habitações mais suscetíveis ao clima.

O Quadro 2 divide os elementos da envoltória em 2 grupos, chuvas torrenciais e ondas de calor. Os tipos de cobertura, e a forma como foram executados, faz com que os ocupantes fiquem mais expostos às chuvas extremas. A influência do calor ficou fragmentada em elementos constituintes da cobertura e posicionamento das aberturas. Como as tipologias de alvenarias são em sua maioria adequadas a norma, aliado ao sombreamento resultante da proximidade entre as construções, determinou-se que as vedações verticais não eram críticas ao desempenho termo energético da habitação.

⁶ A calculadora em questão está disponível no site: <http://projeteeee.mma.gov.br/componentes-construtivos/>.

CHUVAS TORRENCIAIS	laje sem impermeabilização	Usualmente as lajes não são impermeabilizadas devido ao custo. Quando a família pode, constrói telhado sobre a laje para acabar com as infiltrações
	telhado de fibrocimento que permite entrada de água	As telhas nem sempre são instaladas adequadamente, formando fendas que permitem a entrada de água. Além da falta de manutenção adequada, com telhas deslocadas pelo vento e quebradas.
ONDAS DE CALOR	laje sem telhado	Como pode ser verificado no levantamento dos materiais e suas características térmicas, lajes de concreto sem telhado, não tem desempenho dentro dos padrões da norma, podendo resultar em superaquecimento do interior e maior consumo de eletricidade (condicionamento de ar).
	telhado de fibrocimento	Como pode ser verificado no levantamento dos materiais e suas características térmicas, telhado de fibrocimento, não tem desempenho dentro dos padrões da norma, podendo resultar em superaquecimento do interior e maior consumo de eletricidade (condicionamento de ar).
	janelas voltadas a corredores estreitos	A proximidade entre as casas e muros de divisa prejudicam o fluxo de ar, dificultando a renovação do ar interno. A configuração das casas acaba por eliminar as vantagens da ventilação natural, dificultando a dissipação do calor. Essa proximidade prejudica também a iluminação natural, que acaba sendo compensada com iluminação artificial.
	ambientes sem abertura para o exterior*	Muito comum encontrar ambientes com abertura para outros ambientes internos, como quarto com janelas voltados para salas, e assim por diante. Esse tipo de estratégia dificulta a renovação do ar e aproveitamento da ventilação natural e iluminação natural.
	cômodos sem aberturas	A ausência de abertura em um ambiente elimina a possibilidade de ventilação e iluminação natural, incorrendo em maiores custos de eletricidade para a utilização do ambiente.
	aberturas na mesma face	A ventilação natural é facilitada pelo posicionamento de aberturas em fachadas opostas ou adjacentes. Quando a residência tem janelas em uma só fachada a ventilação cruzada não acontece.

Quadro 2: Síntese dos elementos construtivos que prejudicam o desempenho térmico e estanqueidade das moradias. Elaborado pela autora.

Segundo resultados apresentados na Matriz 1 pode se perceber que o maior problema são itens relacionados a aberturas. Janelas mal posicionadas voltadas para corredores laterais estreitos, aparecem em 21 das 32 casas analisadas. A segunda maior ocorrência, aberturas voltadas para ambientes internos, estão em 16 habitações. Questões associadas às coberturas ineficientes, são um fator secundário na matriz. Em cada um dos itens relativos à cobertura, ausência de impermeabilização, telhado de fibrocimento mal executado, laje sem telhado e telhado de fibrocimento como cobertura única, aparecem respectivamente em 4 construções.

A Matriz 1 demonstra ainda, que aspectos onde o calor afeta a construção são mais recorrentes, sejam elas relacionadas com aberturas ou coberturas. Este fato leva a constatação de que as casas em questão estão mais vulneráveis ao calor que à chuva. Altas temperaturas internas, além de comprometer o conforto e a saúde dos ocupantes, tem reflexos diretos no consumo energético, comprometendo os rendimentos dos moradores.

CASA	CHUVAS TORRENCIAIS		ONDAS DE CALOR					
	laje sem impermeabilização	telhado de fibrocimento que permite entrada de água	laje sem telhado	telhado de fibrocimento	janelas voltadas a corredores estreitos	ambientes sem abertura para o exterior*	cômodos sem aberturas	aberturas na mesma face
casa 01	1		1					
casa 02						1		
casa 03					1	1		
casa 04		1		1	1	1		
casa 05					1	1		
casa 06	1		1			1		
casa 07					1	1		
casa 08		1		1	1			1
casa 09					1			
casa 10							1	
casa 11						1	1	
casa 12								
casa 13					1			
casa 14					1	1	1	
casa 15								
casa 16					1	1		1
casa 17								
casa 18		1		1	1			
casa 19					1	1		
casa 20		1		1	1			
casa 21								
casa 22	1		1			1	1	
casa 23					1	1		
casa 24					1			1
casa 25					1	1	1	
casa 26							1	
casa 27					1			
casa 28					1	1		
casa 29					1	1	1	
casa 30					1	1	1	
casa 31	1		1		1			
casa 32					1			
Totais	4	4	4	4	21	16	8	3

Matriz 1: Avaliação das 32 casas mediante parâmetros estipulados no quadro 3. O valor 1 foi atribuído aos elementos da matriz que podem ser encontrados nas casas, as células sem valor apontam a inexistência deles. Elaborado pelas autoras.

A renda média per capita calculada a partir dos setores censitários é de R\$ 453,20, o consumo médio de eletricidade das residências é de 222 kWh, o que gera um gasto de mais de R\$ 100,00 mensais de eletricidade (sem imposto). Em um universo onde vivem em torno de 3,44 moradores por habitação, e uma renda estimada de R\$ 1.559,00 (R\$ 453,20 x 3,44) o custo da energia representa cerca de 6,4% da receita, sem contar a tributação.

Levantamento da Tendências Consultoria Integrada (PEREIRA, 2018) aponta que o peso da eletricidade na renda das famílias subiu de 2,94% em 2015 para 3,44% no início de 2018, e estima que a tendência de elevação continue. Essa estimativa não faz separação por nível de renda, mas mostra o aumento do peso das contas de energia no orçamento das famílias. Quando usamos as medias calculadas no estudo de caso, o custo de energia, compromete mais de 6,4% da receita dos moradores, mostrando que o custo da eletricidade tem um peso ainda maior para as famílias de baixa renda.

4.1 Conclusões

Extremos climáticos são uma realidade no século XXI, mesmo que ainda seja difícil prever quando e a intensidade que ocorrerão. Certamente, nesse cenário a população pobre, que vive em áreas com infraestrutura deficiente sofre muito mais com os danos. Conseqüentemente tais habitantes ficam mais expostos a extremos climáticos quando residem em construções precárias.

A pesquisa apresenta sua fase preliminar que tem como meta identificar as principais características de um universo de casas autoconstruídas localizadas na periferia de São Paulo, que tem relação direta com a questão teórica: os efeitos da mudança climática.

Do conjunto de habitações pesquisado, foram identificados elementos construtivos fundamentais à melhoria da qualidade da moradia (entendida como abrigo essencial). Desta maneira foi necessário mapear as soluções “arquitetônicas” empregadas pelos moradores na envoltória. Constatou-se que 4 diferentes tipos de coberturas são utilizados: telhado de fibrocimento; laje; laje mais telhado de fibrocimento; telhado de fibrocimento mais forro. As vedações são construídas de blocos cerâmicos, com ou sem acabamento externo, internamente apenas duas casas não tinham algum tipo de revestimento. As aberturas estão constantemente fora das medidas adequadas e posicionadas de forma equivocada.

O dimensionamento das aberturas e os materiais empregados na vedação, e cobertura foram avaliados segundo a Norma de Desempenho Térmico das Edificações (NBR 15.220-3), e a partir daí foram criados indicadores, para qualificar o universo pesquisado e encontrar os componentes que tornam as casas mais vulneráveis ao clima.

O diagnóstico das casas em relação aos efeitos do clima leva a conclusão de que o calor atinge com maior intensidade as moradias autoconstruídas do que as chuvas neste caso específico, onde os loteamentos não se encontram em área de risco geotécnico. A cobertura é a parte da envoltória que mais recebe calor e, por onde é absorvido e transmitido para o interior. As alvenarias por estarem, em grande proporção, adequada as normas e sombreadas em decorrência da proximidade entre as casas, tem menor interferência no desempenho térmico. Por fim, as aberturas são um importante componente para a manutenção do conforto térmico (ventilação) e eficiência energética (iluminação e ventilação) mas são utilizadas de forma equivocada.

A forma de construir e os sistemas escolhidos para coberturas estão aquém das necessidades de proteção ao clima atual, tanto em termos das normas de desempenho térmico quanto por observação in loco e relato dos moradores, incorrendo em riscos futuros com o acentuamento das temperaturas. O calor transmitido pelas diferentes tipologias de cobertura age diretamente sobre o conforto térmico e consumo energético, com impactos na saúde, produtividade e renda dos ocupantes.

A existência, o posicionamento e dimensionamento das aberturas, são essenciais para garantir iluminação e ventilação adequada nas residências. Limitados pelos caixilhos com tamanhos padronizados, desconhecimento de cálculos para a adequação da abertura ao espaço e dificuldade em posicionar janelas maximizando o acesso ao sol, são concebidas casas escuras e mal ventiladas. Essas deficiências relativas as aberturas têm consequências no conforto térmico e lumínico com implicações no consumo energético.

A ineficiência das envoltórias destas habitações em proporcionar um ambiente interno confortável leva a um consumo energético elevado para compensar essas falhas. Iluminação artificial e condicionamento mecânico de ar são subterfúgios comumente utilizados para clarear ambientes e amenizar o calor. Essa necessidade maior de eletricidade leva a uma maior representatividade da conta de luz sobre a renda das famílias, comprometendo ainda mais o orçamento da população de baixa renda, aumentando a vulnerabilidade socioeconômica.

O desconforto tem reflexos na saúde e na produtividade dos moradores, isto aliado ao custo elevado de operação destas casas ineficientes, compromete os rendimentos das famílias e conseqüentemente o potencial de melhorar a própria habitação, gerando um ciclo perverso, onde viver na precariedade custa caro e dificulta a adaptação e resiliência aos efeitos do clima, tornando as famílias ainda mais vulneráveis. Investir em melhorias nas habitações pode ser uma solução de amplos resultados agindo sobre questões de saúde, produtividade, renda, conforto e conseqüentemente qualidade de vida, tendo como conseqüência a mitigação da pobreza.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), que financiou a pesquisa que deu origem ao artigo científico, número do processo 2017/01781-7, com supervisão da professora Doutora Angélica Aparecida Tanus Benatti Alvim. Este trabalho insere-se em pesquisas lideradas pela supervisora que contam com o apoio do Programa de Excelência da CAPES, CNPq e Fundo MACKPESQUISA.

BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. (2016). *Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes*. Brasília : s.n., p. 93.

ALVIM, A. T. B. , KATO, V. R. C. e ROSIN, J. R. de G.. (2015). A urgência das águas: intervenções urbanas em áreas de mananciais. *Caderno Metropolis*. pp. 83-107.

AQUINO, Afonso Rodrigues de , PALETTA, Francisco Carlos e ALMEIDA, Josimar Ribeiro de . (2017). *Vulnerabilidade ambiental*. São Paulo: Blucher.

CARTER, R., ELIAS-TROSTMANN, K. e BOEHM, S. . 2018. Climate Change Could Force 100 Million People into Poverty by 2030. 4 Ways We Can Step Up Adaptation. *WORLD RESOURCES INSTITUTE*. [Online] 18 de junho de 2018. [Citado em:] <https://www.wri.org/blog/2018/06/climate-change-could-force-100-million-people-poverty-2030-4-ways-we-can-step>.

COELHO, T. da C. C., GOMES, C. E. M. e DORNELLES, K. A. (2017). *Desempenho térmico e absorção solar de telhas de fibrocimento sem amianto submetidas a diferentes processos de envelhecimento natural*. n. 1. Ambiente Construído, Porto Alegre: p. 147-161, .

ELETOBRAS/PROCEL.(2015). Manual para Aplicação do RTQ-R.

FLANAGAN, B. e., et al. (2011). A Social Vulnerability Index for Disaster Management. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*. Vol. 8.

FRANÇA, E. e BARDA, M.. (2012). *ENTRE O CÉU E A ÁGUA: O Cantinho do Céu*. São Paulo : HABI - Superintendência de Habitação Popular.São Paulo).

HALLEGATTE, S., et al. (2016). *Schock Waves. Managing the Impacts of Climate Change on poverty*. Washington: World Bank.

IPCC. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS.

JOHN, P.. (2010). *Boas práticas para habitação mais sustentável*. São Paulo: Páginas & Letras.

KHODAY, K. e ALI, W. . (2018). Climate Change and the Rise of Poverty. *United Nations Development Programme*.https://www.undp.org/content/undp/en/home/blog/2018/Climate_Change_and_the_Rise_of_Poverty.html (acessado em 20/12/2018)

MARENGO, J. A. (2007). *Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade. Caracterização do Clima Atual e Definição das Alterações Climáticas para o Território Brasileiro ao Longo do Século XXI*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

MIRANDA, M. E.. (2003). *Meio ambiente e habitação popular: o caso do cantinho do céu*. São Paulo : Universidade de São Paulo.

- NOBRE, C. (2011). *Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: região metropolitana de São Paulo: relatório final*. São Jose dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- MARENGO, J. A., VALVERDE, M. C. e OBREGON, G. O. (2013). *Observed and projected changes in rainfall extremes in the Metropolitan Area of São Paulo*. *Climate research*, Vol. 57, pp. 61-72.
- PEREIRA, R. . (2018). Despesas básicas sobem mais que a inflação e tiram R\$ 14,5 bi do consumo. *O Estado de São Paulo (São Paulo)* 14 de abril de 2018.
- PMH. 2010. *Plano Municipal da Habitação. PMH 2009-2024*. São Paulo : Prefeitura de São Paulo Habitação, 2010.
- PREFEITURA DE SÃO PAULO. (2014). GEOSAMPA. <http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br>. PRODAN. São Paulo.
- RICHARDS, D. L.. (2011). *Regularização de Assentamentos Precários em Áreas de Mananciais: Avanços, desafios e perspectivas para a cidade de São Paulo (1997 - 2010)*. São Paulo: Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie:.
- SALAMI, R. O, VON MEDING, J. K. e GIGGIN, H. . (2017). Urban settlements' vulnerability to flood risks in African cities: A conceptual framework. *JAMBÁ Journal of Disaster Risks studies*.
- SANTOS, R. F. dos. (2007). *Vulnerabilidade Ambiental*. Brasília : Ministério do Meio Ambiente (Brasília)
- SÃO PAULO. (2011). *Mudanças climáticas globais no Estado de São Paulo*. Oliveira, Rafaela di Fonzo; Alves, João Wagner Silva. Secretaria do Meio Ambiente / CETESB. (São Paulo)
- SEADE. 2010. *ÍNDICE PAULISTA DE VULNERABILIDADE SOCIAL*. SEADE (São Paulo)
- UNIHABITAT. Housing & slum upgrading. *UNHABITAT*. [Online] [Citado em: 18 de dezembro de 2018.] <https://unhabitat.org/urban-themes/housing-slum-upgrading/>.
- WHO. (2018). *Housing and health guidelines*. World Health Organization (Geneva).