



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

NATIARA CAROLINE SOUSA MARQUES

**ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS SOBRE O DIREITO AO SOL
DE PAÍSES DA AMÉRICA DO SUL**

FORTALEZA

2023

NATIARA CAROLINE SOUSA MARQUES

**ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS SOBRE O DIREITO AO SOL
DE PAÍSES DA AMÉRICA DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Carvalho

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M319a Marques, Natiara Caroline Sousa.

Análise da legislação e normas técnicas sobre o direito ao sol de países da América do Sul / Natiara Caroline Sousa Marques. – 2023.

54 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Elétrica, Fortaleza, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Paulo Cesar Marques de Carvalho.

Coorientação: Profa. Ma. Leonarda Feitosa Cajuaz Castro.

1. Acesso solar. 2. Energia solar fotovoltaica. 3. Geração distribuída. I. Título.

CDD 621.3

NATIARA CAROLINE SOUSA MARQUES

ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO E NORMAS TÉCNICAS SOBRE O DIREITO AO SOL
DE PAÍSES DA AMÉRICA DO SUL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Cesar Marques de Carvalho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Raphael Amaral da Câmara
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. MSc Leonarda Feitosa Cajuaz Castro (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Elisiana por sempre ter me apoiado e sido meu exemplo de força e caráter.

Aos amigos que ganhei durante a graduação, Mateus, Daniel, Raul e Ester, pelos momentos de diversão, apoio e incentivo ao longo do curso.

À minha tia Josélia, por ter me ajudado a permanecer na universidade.

Ao meu namorado Natanael Alves pelo auxílio e apoio em todos os momentos que precisei.

Ao meu orientador, professor Paulo Carvalho, pelo suporte e paciência durante a elaboração deste trabalho.

À professora Leonarda Feitosa por todo o conhecimento transmitido que me colocou na direção correta.

Ao professor Raphael pela disponibilidade e correções que ajudaram a aprimorar esse trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia Elétrica que sempre proporcionaram um ensino de alta qualidade.

Também agradeço ao PACCE que contribuiu fortemente não só na minha formação acadêmica como no meu desenvolvimento pessoal e profissional.

RESUMO

A geração fotovoltaica (FV) tem crescido diante da necessidade dos países em diversificar e assegurar o fornecimento de energia elétrica. Atualmente, uma das barreiras para a geração distribuída (GD) é a falta de políticas urbanas que garantam o acesso solar por conta do adensamento e verticalização nas cidades. A preocupação em assegurar a disponibilidade de luz do Sol é comumente associada à arquitetura, pois tem como obrigação proporcionar condições habitáveis para as atividades humanas. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar as legislações e normas da Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Equador e Uruguai que possam influenciar no acesso ao recurso solar. As legislações e normas foram analisadas com base em dois pontos: definição do número de horas mínimas de exposição à luz e definição da geometria das edificações através da regulamentação de altura, forma e orientação. Os países foram escolhidos com base na alta participação da fonte FV em suas matrizes e pelos avanços em suas legislações a respeito da GD. Na análise, foi possível constatar que Argentina e Uruguai determinam uma quantidade mínima de horas. Em relação ao segundo ponto, Argentina, Chile, Colômbia e Equador possuem normas que regulam a geometria das edificações. No Brasil, a NBR 15.215:3 está em revisão visando estipular um mínimo de horas e a regulação da forma das edificações está a cargo dos municípios. Verificou-se que legislações e normas analisadas, apesar de estarem relacionadas à arquitetura, podem influenciar na captação de luz do Sol pelos sistemas FV, que dependem da forma das edificações do entorno e da disponibilidade do recurso. Dessa forma, para uma maior participação da fonte FV é preciso incluir regulamentações urbanas que garantam o acesso à luz solar.

Palavras-chave: acesso solar; energia solar fotovoltaica; geração distribuída.

ABSTRACT

Photovoltaic (PV) generation has grown in response to the need for countries to diversify and ensure the supply of electrical energy. Currently, one of the barriers to distributed generation (DG) is the lack of urban policies that guarantee solar access due to densification and verticalization in cities. The concern with ensuring the availability of sunlight is commonly associated with architecture, as its obligation is to provide habitable conditions for human activities. Therefore, the objective of this work is to analyze the legislation and standards in Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Ecuador, and Uruguay that may influence access to solar resources. Legislation and standards were analyzed based on two points: defining the minimum number of hours of exposure to light and defining the geometry of buildings by regulating height, shape, and orientation. The countries were chosen based on the high participation of the PV source in their matrices and the advances in their legislation regarding DG. In the analysis, it was possible to verify that Argentina and Uruguay meet the first point. Regarding the second, they serve Argentina, Chile, Colombia, and Ecuador. Brazil does not have laws and standards at national level, but NBR 15.215:3 is under review to meet the first point. It was found that legislation and standards analyzed, despite being related to architecture, can influence the capture of sunlight by PV systems, which depend on the shape of the surrounding buildings and the availability of the resource. Therefore, for a greater participation of the PV source, it is necessary to include urban regulations that guarantee access to sunlight.

Keywords: solar access; photovoltaic solar energy; distributed generation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Capacidade instalada mundial das fontes eólica <i>on-shore</i> , FV e bioenergia.	13
Figura 2: Matriz elétrica brasileira	18
Figura 3: Evolução da Fonte Solar Fotovoltaico no Brasil	19
Figura 4: Ranking estadual de potência instalada GD da fonte solar fotovoltaica.....	21
Figura 5: Ranking municipal em potência instalada	22
Figura 6: Zonas Bioclimáticas Argentinas	27
Figura 7: Orientações para o cumprimento do mínimo de exposição à luz do sul, orientações desfavoráveis e orientações ótimas.....	29
Figura 8: Zoneamento bioclimático brasileiro	33
Figura 9: Sistemas de agrupamento (1) isolado, (2) emparelhado e (3) contínuo.....	36
Figura 10: Zonas Climáticas da Colômbia.....	38
Figura 11: Zonas climáticas do Equador	41
Figura 12: Ângulos críticos de incidência solar	43
Figura 13: Ângulo críticos de incidência solar	44
Figura 14: Ângulos críticos de incidência solar	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Capacidade FV <i>On-grid</i> Instalada na América do Sul (MW).....	16
Tabela 2: Pontos de Conexão GD até novembro de 2023	20
Tabela 4: Orientações ótimas por zona bioclimática argentinas.....	27
Tabela 5: Zonas bioclimáticas do Brasil	33
Tabela 6: Recomendação para exposição diária à luz solar mínima segundo a proposta de revisão da NBR 15215-3	35
Tabela 7: Zonas Climáticas da Colômbia e critérios de projeto dos edifícios	39
Tabela 8: Zonas Climáticas do Equador de acordo com as faixas de temperatura ...	40
Tabela 9: Orientação recomendada para cada zona climática	41
Tabela 10: Definição das orientações.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AADL	Associação Luminotécnica Argentina
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ARG	Argentina
BRA	Brasil
CHI	Chile
COL	Colômbia
EQU	Equador
FV	Fotovoltaica
GC	Geração Centralizada
GD	Geração Distribuída
IRAM	Instituto Argentino de Normalização e Certificação
IRENA	Agência internacional de Energia Renovável
NEC	Norma Equatoriana de Construção
OGUC	Lei Geral de Urbanismo e Construções
PERS	Programa de Energia Renovável Social
PRC	Planos Reguladores Comunitários
SCEE	Sistema de Compensação de Energia Elétrica
UE	União Europeia
URU	Uruguai

SUMÁRIO

1	Introdução.....	12
1.1	Justificativa.....	13
1.2	Objetivos.....	14
1.2.1	Objetivo Geral.....	14
1.2.2	Objetivos Específicos.....	14
1.3	Organização do Trabalho.....	14
2	Panorama da Geração FV na América do Sul.....	16
2.1	Panorama da Geração FV no Brasil.....	17
3	Direito Urbano ao Sol.....	22
3.1	Direito ao Recurso Solar na América do Sul.....	25
3.1.1	Argentina.....	25
3.1.2	Brasil.....	32
3.1.3	Chile.....	35
3.1.4	Colômbia.....	37
3.1.5	Equador.....	39
3.1.6	Uruguai.....	46
4	Conclusão.....	47
	REFERÊNCIAS.....	49

1 Introdução

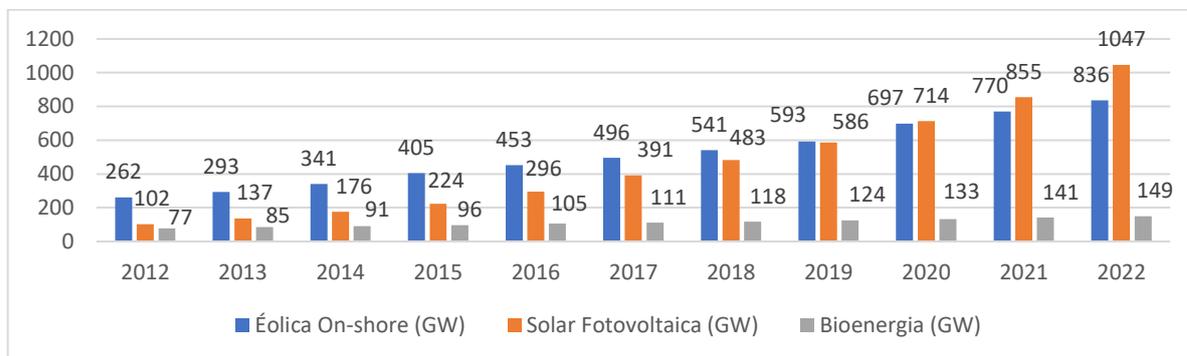
Nos dias de hoje, desenvolvimento humano e econômico são processos complexos no qual ambos possuem um denominador comum: a disponibilidade de energia. A variação climática, os efeitos nocivos de combustíveis fósseis e as atividades econômicas têm alimentado o interesse crescente de vários países por fontes renováveis de energia (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2014; MENTONE, 2015).

Países desenvolvidos têm buscado diversificar suas matrizes de forma a garantir a segurança energética e, conseqüentemente, diminuir a emissão de gases de efeito estufa (MOSELLE, 2011). Por outro lado, países em desenvolvimento buscam nas fontes alternativas soluções para os desafios na universalização do acesso à energia (MENTONE, 2015).

O uso de energias de fontes renováveis vem aumentando no mundo inteiro, sendo a geração fotovoltaica (FV) a que mais cresce, por conta do desenvolvimento de estratégias e políticas de incentivos em diversos países, associada com redução significativa dos custos (MIRANDA, 2013; SOLIANO PEREIRA et al., 2015).

Conforme dados da Agência Internacional de Energia Renovável (IRENA) mostrados na Figura 1, em 2022, a capacidade instalada mundial FV era de 1047 GW, correspondendo a 12,5% da matriz elétrica mundial. Se comparado a 2012, a fonte FV teve um aumento percentual de 926,47%. Em relação ao mesmo período, a capacidade instalada eólica *on-shore* e da bioenergia, tiveram um aumento de 319,08% e 193,5%, respectivamente.

Figura 1: Capacidade instalada mundial das fontes eólica *on-shore*, FV e bioenergia.



Fonte: elaboração própria com base em (IRENA, 2023)

A geração FV possui três tipos de subsistemas: a geração centralizada (GC), a geração distribuída (GD) e o sistema isolado ou *off-grid*. A GC é aquela onde a usina está longe do centro de consumo, diferente da GD, que está próxima ou no próprio local. O sistema *off-grid* se caracteriza por não estar conectado à rede, no qual são utilizadas baterias para o armazenamento de energia (CALDAS; SILVA MOISÉS, 2016).

Segundo Zambarda et al. (2020), a GD no meio urbano é especialmente importante pois há uma redução de perdas em transmissão e distribuição. Porém, pode ser bastante prejudicada pelo sombreamento das construções do entorno. Alguns países, como o Estados Unidos, que introduziram a geração FV em suas matrizes há mais tempo, já possuem instrumentos legais que garantem a luz do Sol e buscam incentivar a GD.

1.1 Justificativa

O grande crescimento da urbanização das cidades, abre espaço para a discussão de um direito muito pouco conhecido e a qual todos têm acesso: o direito ao Sol. Vários estudos mostram que a luz solar é importante para a saúde, trazendo diversos benefícios, além de garantir diminuição do consumo de energia elétrica em iluminação e aquecimento. Assim, estão surgindo legislações em vários países, como

os participantes da União Europeia (UE), que garantem a luz do Sol para as edificações.

O acesso solar é comumente ligado à arquitetura, pois tem como obrigação proporcionar condições habitáveis para as atividades humanas. Entretanto, com o crescimento da geração FV no mundo, o direito ao Sol ganha mais importância. O sombreamento gerado pela verticalização e adensamento do meio urbano pode prejudicar a produção de energia dos sistemas FV. Portanto, no presente trabalho é realizada uma análise das legislações em seis países da América do Sul que podem garantir o acesso solar nas edificações: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Equador e Uruguai. A escolha desses países foi motivada pela alta participação da fonte FV em suas matrizes e, também, pelos avanços em suas legislações a respeito da GD.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar as legislações e normas técnicas sobre o direito ao sol de países da América do Sul.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantamento bibliográfico acerca do direito ao recurso solar;
- Análise do panorama da geração FV na Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Equador e Uruguai;
- Identificar as legislações e normas técnicas da Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Equador e Uruguai que influenciam no acesso solar;

1.3 Organização do Trabalho

A estrutura do trabalho se dará da seguinte forma:

O Capítulo 1 é a Introdução, onde também é apresentado a justificativa e objetivos do trabalho.

No Capítulo 2 é apresentado o panorama da geração FV dos países da América do Sul que serão analisados.

No Capítulo 3 será situado o contexto do tema em outros trabalhos desenvolvidos e a análise das legislações dos países da América do Sul que tem influência do acesso solar.

No Capítulo 4 são apresentadas as conclusões sobre a análise.

2 Panorama da Geração FV na América do Sul

Em 2022, a América do Sul atingiu a marca de 32.664,7 MW em capacidade instalada FV, com um crescimento de 158% se comparado a 2021 (Tabela 1). Brasil, Argentina e Chile se destacam em relação ao crescimento de instalações e centrais FV, pois as condições climáticas desses países são favoráveis.

Tabela 1: Capacidade FV *On-grid* Instalada na América do Sul (MW)

	América do Sul	ARG	BRA	CHI	COL	EQU	URU
2012	163,9	6,3	6,6	2,0	1,3	0,1	0,6
2013	197,7	8,3	12,5	15,0	1,4	3,9	1,6
2014	464,9	8,3	20,7	221,0	1,4	26,4	3,7
2015	921,0	8,6	45,6	576,0	1,5	25,5	64,5
2016	1589,1	8,8	127,8	1125,0	1,5	25,6	89,0
2017	3671,8	8,8	1206,8	1809,0	11,3	25,6	242,6
2018	5511,7	191,2	2435,0	2137,0	13,4	26,7	248,4
2019	8562,1	442,1	4634,9	2653,7	25,9	27,6	253,4
2020	13164,1	764,1	8290,5	3205,4	85,5	27,6	257,6
2021	20687,1	1071,4	14197,1	4360,0	184,0	27,7	266,2
2022	32664,7	1104,0	24078,9	6142,2	457,4	28,7	270,5

Fonte: IRENA, 2023 - Adaptado

Entre 2017 e 2018, a capacidade instalada da Argentina teve um grande salto devido à sanção da Lei 27.424 que estabeleceu as políticas e condições para que usuários da rede de distribuição pudessem gerar sua própria energia e injetar os excedentes na rede (ARGENTINA, 2017a). Antes da lei, quem podia gerar através de fontes renováveis eram apenas os agentes do mercado atacadista de energia.

No Brasil, o crescimento da utilização de sistemas FV se deu após a Resolução Normativa 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que estabeleceu as condições gerais para o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, como também, o sistema de compensação. Ao longo dos anos, subsídios e linhas de crédito começaram a surgir, facilitando o acesso a sistemas de GD, tornando o Brasil líder na capacidade instalada FV da América do Sul.

No Chile, foi aprovada em 2008 a Lei 20.257 para promover a geração de energia elétrica através de fontes renováveis, que obriga as empresas geradoras que uma porcentagem viesse dessas fontes (CHILE, 2008). A capacidade instalada FV teve um aumento significativo após 2014, pois no mesmo ano foi aprovada a Lei 20.571 que permitiu que pequenos geradores de fontes renováveis pudessem injetar seus excedentes no sistema elétrico. Além disso, a lei dá o direito ao usuário vender o excedente diretamente à distribuidora por um preço regulado, com um limite de 300 kW (CHILE, 2014).

Na Colômbia, o crescimento da fonte FV começou após a aprovação da Lei 1715 que regulamentou a integração de energias renováveis ao sistema elétrico (COLÔMBIA, 2014). Com a aprovação da Resolução 030/2018, que regula as atividades de GD, a capacidade instalada FV vem apresentando crescimentos significativos (CREG, 2018).

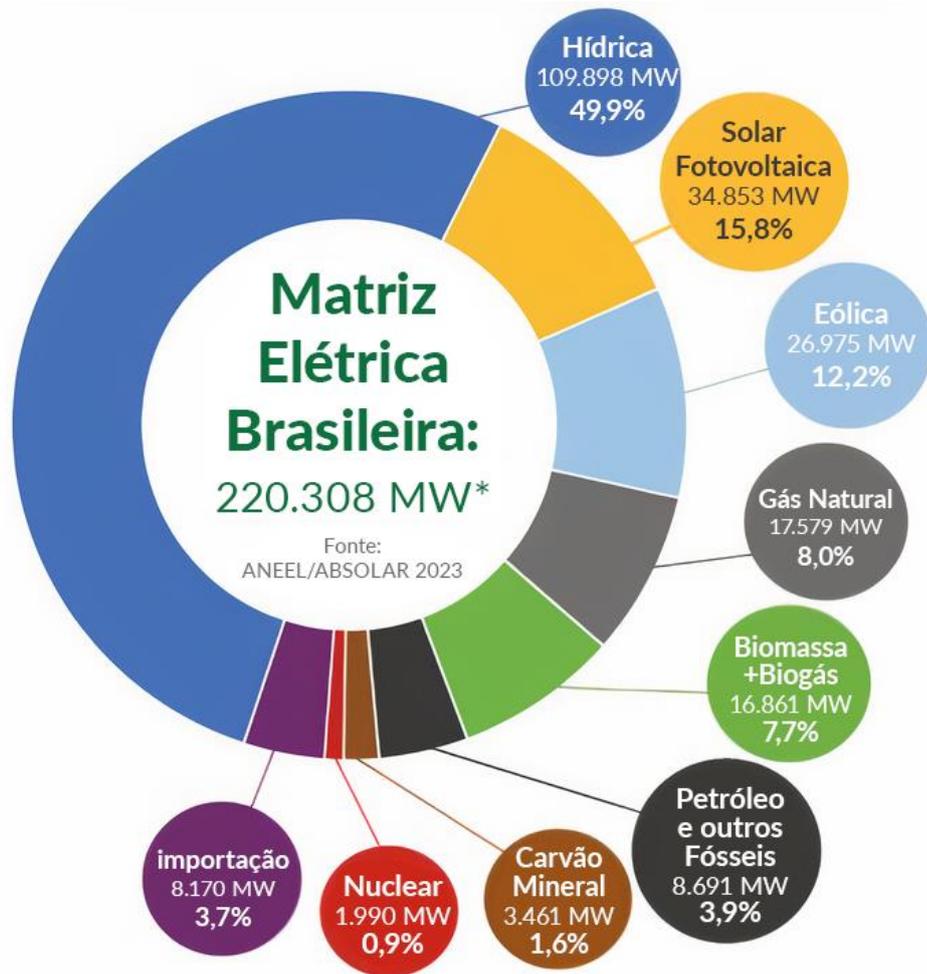
No Equador, a regulamentação da FV se iniciou em 2015 com a Lei Orgânica de Serviço Público de Energia Elétrica (EQUADOR, 2015). Porém, a modalidade distribuída só foi regulada em 2021, através do Regulamento ARCERNR 001/21 (ARCERNR, 2021).

No Uruguai, o crescimento observado entre 2016 e 2017 foi resultado do Decreto 454/2016 que estabeleceu a exoneração de impostos, encargos e tributos fiscais relacionados à importação de painéis FV (URUGUAI, 2016).

2.1 Panorama da Geração FV no Brasil

O potencial de geração de energia elétrica através da energia solar fotovoltaica no Brasil é bastante alto, devido às suas condições climáticas favoráveis e altos níveis de insolação. Conforme infográfico fornecido pela Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR), o percentual da capacidade instalada da fonte solar fotovoltaica até novembro de 2023 correspondia a 15,8% da Matriz Elétrica Brasileira, com 34.853 MW, atrás somente da geração hídrica (Figura 2).

Figura 2: Matriz elétrica brasileira



*A potência total da matriz não inclui a importação e segue critério aplicado pelo MME, que adiciona, nos valores de capacidade instalada, as quantidades de mini e microgeração distribuída associadas a cada tipo de fonte.

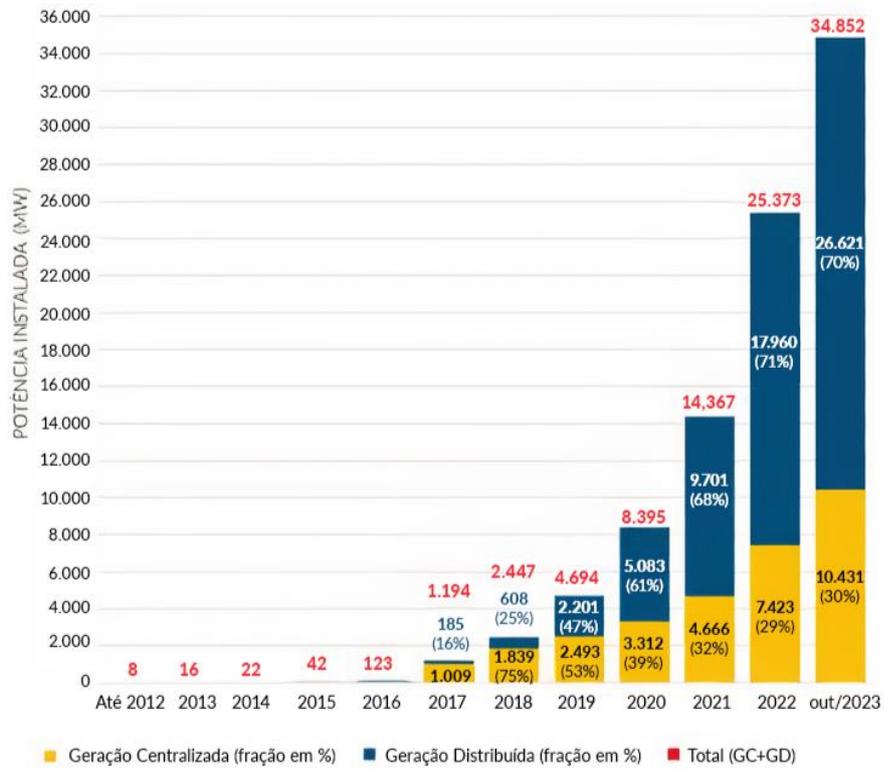
Fonte: (ABSOLAR, 2023)

Ao longo dos anos, a GD vem se expandindo cada vez mais, conforme é mostrado na Figura 3. No ano de 2020, a GD ultrapassa a GC em potência instalada, chegando a 70% em novembro de 2023. Além disso, a GD quase quadruplicou nos últimos 3 anos, passando de 5.083 MW para 24.421 MW.

Figura 3: Evolução da Fonte Solar Fotovoltaico no Brasil

Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2023.



Fonte: ABSOLAR, 2023

Esse crescimento acelerado começou por volta de 2012, após a criação da RN nº 482/2012 (ANEEL, 2012a) que estabeleceu as regras para o acesso de unidades de microgeração e minigeração distribuída ao SIN. Ainda em 2012, foi aprovada a RN nº 517/2012 que trouxe detalhes sobre a compensação de energia, empréstimo de energia ativa à distribuidora e geração de créditos (ANEEL, 2012b). Ao longo dos anos, novas resoluções começaram a surgir, facilitando o acesso a sistemas de GD. Como resultado, em 2022, foi sancionada a Lei 14.300 (BRASIL, 2022), que instituiu o Marco Legal da GD, que regula as modalidades de geração, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS).

Dentre os segmentos da GD, a fonte FV corresponde a 99,97% das conexões (ABSOLAR, 2023). Entre 2012 e novembro de 2023, a fonte FV acumulava 2.222.489

pontos de conexão GD, como apresentado na Tabela 2, mostrando ser a líder isolada do segmento.

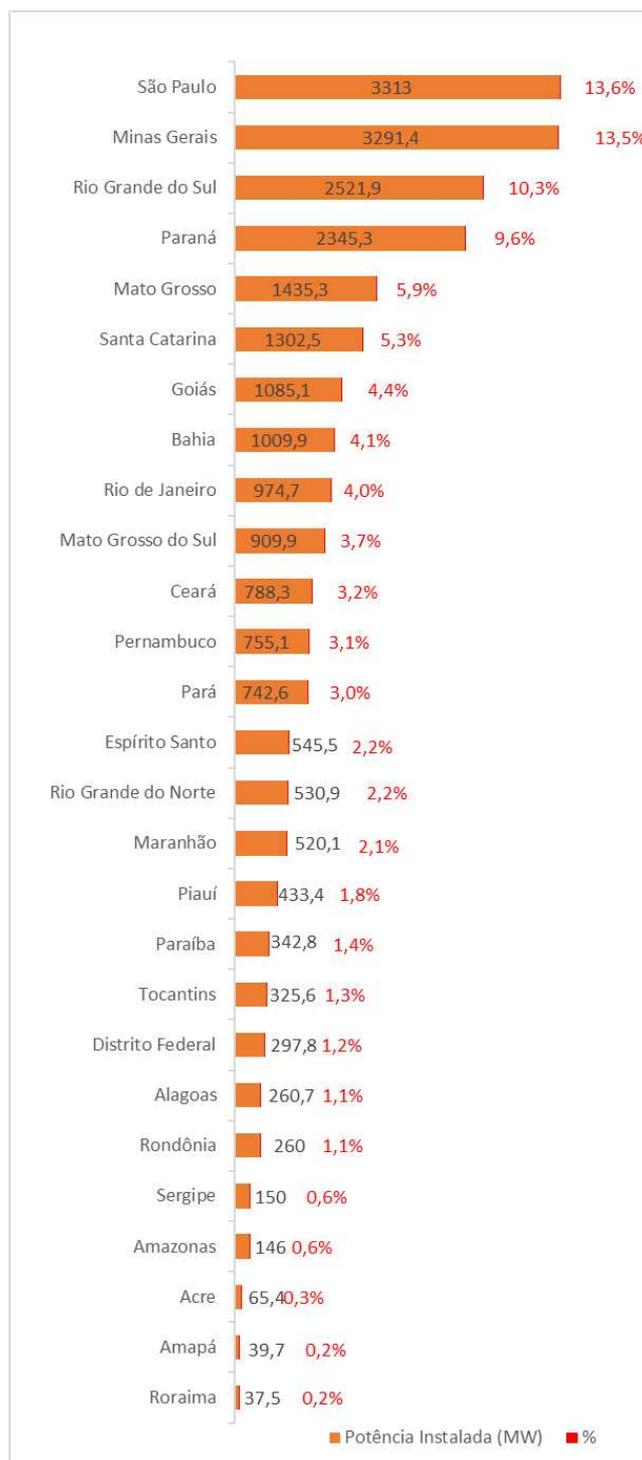
Tabela 2: Pontos de Conexão GD até novembro de 2023

Tipo de Geração	Pontos de Conexão GD
Central Geradora Hidrelétrica	77
Central Geradora Eólica	97
Central Geradora Solar Fotovoltaica	2.222.489
Usina Termelétrica	555
Total Geral	2.223.218

Fonte: elaboração própria com base em (ANEEL, 2023)

Analisando por estado (Figura 4), São Paulo possuía 3.313 MW de potência instalada, correspondendo a 13,6% do total da potência instalada nacional, sendo seguido pelo estado de Minas Gerais. Já o Ceará, se encontrava com 788,3 MW, ocupando o 11º lugar.

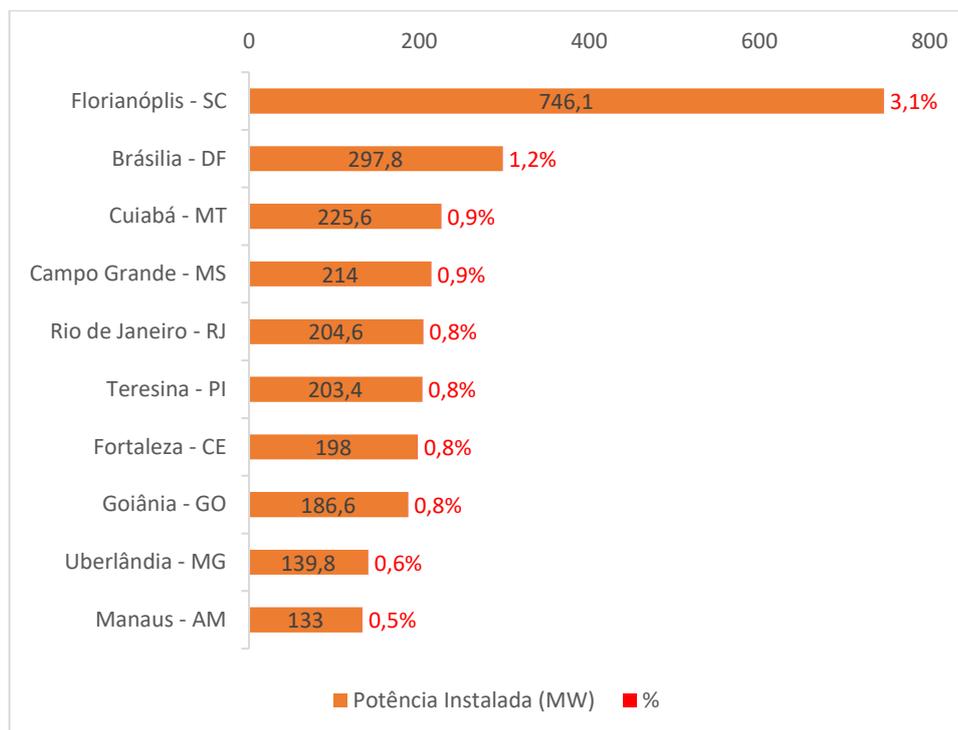
Figura 4: Ranking estadual de potência instalada GD da fonte solar fotovoltaica



Fonte: elaboração própria com base em (ABSOLAR, 2023)

Dentre os municípios que lideram em potência instalada FV de todo o Brasil, Florianópolis (SC) se encontrava em primeiro lugar com 746,1 MW. Já a capital Fortaleza se encontrava em 7º lugar no ranking com 198 MW.

Figura 5: Ranking municipal em potência instalada



Fonte: elaboração própria com base em (ABSOLAR, 2023)

3 Direito Urbano ao Sol

À medida que o mundo continua seu processo de urbanização, alcançar urbanizações sustentáveis é fundamental para um desenvolvimento social bem-sucedido, que deve ser feito através de políticas de planejamento do crescimento urbano que minimizem externalidades negativas para a sociedade (ONU, 2018).

No ano de 2020, cerca de 56,2% da população mundial estava vivendo em áreas urbanas, com projeção de 62,5% em 2035 (UN-HABITAT, 2022). Com o crescimento urbano, os grandes centros estão aderindo cada vez mais à verticalização e ao adensamento, com edifícios cada vez mais altos, áreas menores e proporções mais baixas entre janelas e pisos (JIN; CHEN, 2023).

A elevada densidade urbana tem provocado um baixo aproveitamento da energia solar, trazendo efeitos negativos para a saúde dos moradores e aos aspectos sanitários e de habitação de ambientes internos (PEREZ, 2007). Existem estudos que mostram que a insuficiência de luz natural está relacionada à depressão, perturbação

de sono e cânceres. Em contrapartida, a alta disponibilidade traz benefícios físicos e psicológicos que não podem ser obtidos por iluminação artificial (ŠPRAH; KOŠIR, 2020).

Segundo Cárdenas e Araya (2012), a energia solar, da perspectiva do setor de construção civil, é essencial para a habitação dos espaços e arquitetura. Estudos demonstraram a importância da utilização da luz do Sol em edifícios para diminuição do consumo de energia elétrica sendo uma estratégia útil para projetos de edifícios energeticamente eficientes. Yu e Su (2015) pontuam que o aproveitamento da energia solar térmica e FV nos edifícios permite reduzir a demanda energética e, conseqüentemente, a produção de energia elétrica.

O conceito de eficiência energética incorporado em empreendimentos imobiliários está intimamente ligado ao condicionamento térmico dos edifícios e a utilização de iluminação natural para alcançar o conforto térmico e luminoso. Para isso, a arquitetura deve considerar sistemas solares passivos, ativos ou ambos, que dependem em grande parte da luz solar e das suas possibilidades de captação pelos edifícios. Este último é conhecido como acesso solar (CONTARDO; CECCHI; LARA, 2017; LÓPEZ; CAMACHO, 2023).

Kettles (2008) define acesso solar como capacidade de um edifício receber luz solar direta continuamente sem obstruções de qualquer estrutura, como edifícios ou vegetação. Segundo Decker (2012), o acesso solar de um edifício se dá por meio de quatro fatores: latitude, inclinação do terreno, formato e orientação. Para o ambiente urbano são acrescentados mais três: altura dos edifícios, largura e orientação das ruas.

Franco (2016) trata que, inicialmente, o conceito de acesso solar estava limitado ao ambiente acadêmico na América do Norte. Porém, no final dos anos 1980, tornou-se um mecanismo legal para os proprietários protegerem o acesso à luz do sol em suas terras. Posteriormente, verificaram que o acesso solar poderia impactar na construção e no consumo de energia. Atualmente, nos Estados Unidos, 34 dos 50 estados do país possuem regulamentações sobre direitos solares. Os outros 16 estados possuem políticas energéticas favoráveis à captação e utilização da energia solar.

O Código Civil da Califórnia, para promover o uso de tecnologias de energia solar, assegura que não exista qualquer limitação na instalação ou uso de sistemas de energia solar nas operações de compra e venda. O código também determina a criação de servidões para garantir o acesso solar das edificações e fornece proteções para limitar a vegetação nas construções vizinhas. Perez (2013) acrescenta que em San Diego há isenções de impostos em propriedades que utilizam sistemas de energia solar. Em San Jose, há um limite de sombreamento que uma estrutura ou vegetação vizinha pode projetar em uma moradia. No Texas, há cidades que promovem a proteção ao acesso solar e regulam o desenho de ruas nos projetos novos com o intuito de maximizar o uso da energia solar.

Na Europa, o planejamento urbano com regulamentações que influenciam no acesso solar foi ganhando espaço através de organizações que buscaram estimular o uso da energia solar para aquecimento de água e ambientes, assim como a geração de energia elétrica. Para tal, em 2018, foi emitida a primeira norma aplicável em toda Europa que lida exclusivamente com o fornecimento de luz natural e exposição à luz do Sol para edifícios comerciais e habitações residenciais. Segundo Phan (2019), as normas europeias existentes tratavam a luz natural de várias perspectivas e em diferentes níveis de detalhe, no entanto não existia nada a nível continental que lidava com a quantidade e qualidade da luz natural em edifícios. A EN 17037 substituiu diversas normas de diferentes países europeus, além de fornecer um padrão onde não havia nenhum existente.

No Japão, o acesso solar é garantido através da lei *Nissho-ken*, que estabelece que novas construções não privem o entorno do mínimo de acesso à luz do sol (HRAŠKA, 2019; VIANNA, 2017). Em Hong Kong, segundo Perez (2013), existe um adensamento muito alto devido a quantidade de pessoas, logo demanda existência de edifícios muito altos e próximos uns aos outros. Por isso, o planejamento desses edifícios conta com controle de altura e uso de envergamento.

3.1 Direito ao Recurso Solar na América do Sul

Em diversos países estão surgindo legislações e normas que protegem o direito à luz do Sol para as construções, pessoas e espaço público. Historicamente, as diretrizes solares se baseavam em regras de ângulos de obstrução. Na segunda metade do século XX, a disponibilidade de acesso à luz solar direta começou a ser adotado nas legislações e normas.

Segundo Capeluto et al. (2006), Hraška (2019) e Shach-Pinsly e Capeluto (2020), os países abordam dois enfoques diferentes nas legislações e normas:

1. Define o número de horas mínimas de exposição à luz do sol, seja no inverno ou em localidades com coordenadas específicas.
2. Define a geometria das edificações através da regulação de altura, forma e orientação.

Com base nesses dois pontos, foi realizada uma pesquisa nas legislações e normas da Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Equador e Uruguai que abordassem os critérios apresentados. Os países analisados foram escolhidos por terem o uso da geração FV bem consolidados e que recentemente tiveram avanços recentes em suas legislações a respeito.

3.1.1 Argentina

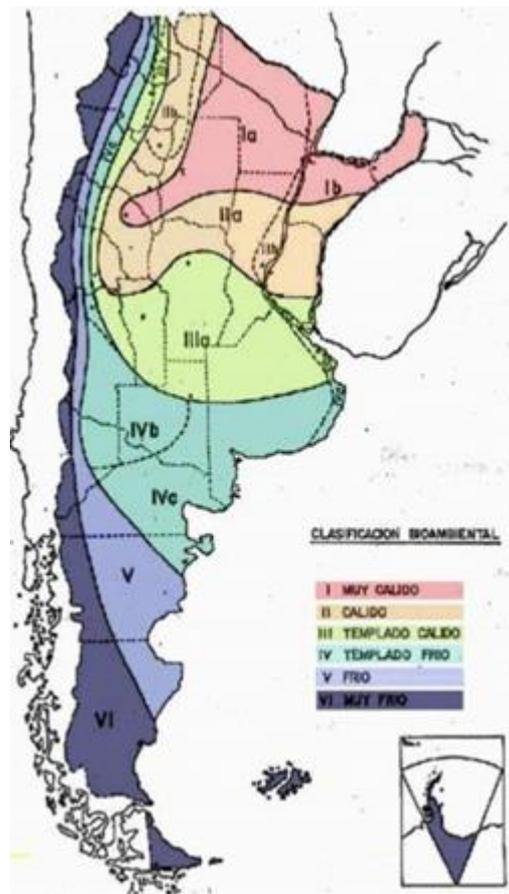
A Argentina não apresenta em sua legislação nenhuma regulamentação específica sobre o acesso à luz solar. No entanto, possui correlações com outros temas que possuem leis ou normas vigentes, como o planejamento urbano e territorial, a preservação do meio ambiente e o planejamento energético (MESA; ARBOIT; DE ROSA, 2010; PIOVANO; MESA, 2017). Dentre elas, estão:

- Plano Nacional de Habitação estabelecido em 2017 por meio da Resolução E 122/2017 (ARGENTINA, 2017b);
- Revisão de 2019 do Plano Nacional de Habitação que estabeleceu os Padrões Mínimos de Qualidade para Habitação de Interesse Social, aprovada através da Resolução 59/2019 (ARGENTINA, 2019);
- Norma Técnica IRAM 11603:2012 “Condicionamento Térmico de Edifícios”;

A norma técnica IRAM 11603:2012 separa a Argentina em seis zonas bioclimáticas, tendo como objetivo melhorias nas habitações para proporcionar conforto das habitações e espaços externos e reduzir a procura energética. Para cada zona são recomendados diferentes padrões de habitação levando em conta as características climáticas delas, orientações do eixo principal e a exposição solar mínima (MINISTERIO DEL INTERIOR, OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA, 2019). Na Figura 6, é mostrado um mapa da Argentina com as zonas principais, onde:

1. Zona I: muito quente
2. Zona II: quente
3. Zona III: ameno quente
4. Zona IV: ameno frio
5. Zona V: frio
6. Zona VI: muito frio

Figura 6: Zonas Bioclimáticas Argentinas



Fonte: MINISTERIO DEL INTERIOR, OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA, 2019

Na seção C.2 do Anexo C, que trata da radiação solar das zonas, a norma estabelece orientações térmicas ótimas e regulares para o eixo principal das habitações. Na Tabela 3, constam as orientações ótimas, que além de favorecer o conforto térmico, garante exposição à luz solar.

Tabela 3: Orientações ótimas por zona bioclimática argentinas

(continua)

Zona	Orientação Ótima (pontos cardeais)
Zona I – muito quente	NO-N-NE e SO-S-SE
Zona II – quente	N e S
Zona III – ameno quente	NO-N-NE-L
Zona III – ameno fria para latitudes > 30°	NO-N-NE-L

(conclusão)

Zona IV – ameno fria para latitudes < 30°	NO-N-NE-L-SE
Zona V – fria	NO-N-NE
Zona VI – muito fria	NO-N-NE

Fonte: INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN, 2012 – Adaptado

Na Figura 7, é mostrado graficamente as orientações por zona, onde na terceira coluna é mostrado a orientações resultantes que cumpre com os critérios térmicos e exposição à luz solar (Tabela 3).

Figura 7: Orientações para o cumprimento do mínimo de exposição à luz do sul, orientações desfavoráveis e orientações ótimas

ZONAS	ORIENTACIONES DESFAVORABLES SEGUN APARTAMENTO DE CONFORT	ORIENTACIONES DONDE NO SE CUMPLE EL ASOLEAMIENTO MINIMO EN INVIERNO	ORIENTACIONES FAVORABLES PROMEDIO DE LAS DOS SITUACIONES ANTERIORES
I MUY CALIDO			
II CALIDO			
III TEMPLADO CALIDO			
IV TEMPLADO FRIO			
V FRIO			
VI MUY FRIO			

Fonte: CZAJKOWSKI; GÓMEZ, 2019

Na seção C.3 é tratada a necessidade de luz solar durante o inverno, assegurando níveis mínimos de contribuição da energia solar. A norma recomenda que habitações a serem construídas ao norte da latitude 47° Sul devem atender os seguintes requisitos:

- Mínimo de duas horas de luz solar direta no solstício de inverno (23 de junho) através de janelas em pelo menos metade das habitações;
- O período de exposição solar é aceito somente quando a altura do sol foi superior a 10°;
- A exposição à luz solar não é considerada quando o ângulo de incidência é maior que 67°30'.

Para habitações localizadas ao sul da latitude 47° Sul, o mínimo de duas horas deve ser no dia 14 de agosto, pois o Sol se encontra em baixa altura e alta nebulosidade no solstício de inverno. Os outros requisitos permanecem iguais as localidades ao norte.

A norma, na seção C.3.2, traz indicações para verificar a exposição a luz do sol:

- Em conjuntos habitacionais são aceitas até 10% das unidades sem luz solar, desde que o agrupamento tenha proteção contra o vento em espaços externos ou formas compactas que reduzam as perdas de calor.
- Edifícios com orientação Leste ou Oeste localizadas nas zonas V e VI é admitido uma hora de exposição à luz do sol em todas as instalações. Para tal, recomenda-se que o edifício tenha duas fachadas voltadas para o sol.
- Edifícios que se aproveitam da radiação da luz do sol para sistemas solares passivos é recomendado um mínimo de seis horas de exposição à luz do sol para otimizar a captação de energia.

No Plano Nacional de Habitação de 2019 são trazidos recomendações técnicas para instalação de sistemas solares de aquecimento, onde na seção 5.1.2.2 é tratado o sombreamento das habitações onde orienta que os edifícios residenciais devem ser construídos de forma que não sejam geradas sombras nos telhados por conta das construções vizinhas para que receba cerca de quatro horas por dia de luz solar, por volta do meio-dia.

As normas luminotécnicas argentinas também se relacionam com o acesso a luz solar, pois a disponibilidade da luz solar melhora a qualidade da iluminação natural (CELIS POSADA, 2018). A Associação Luminotécnica Argentina (AADL), juntamente com o Instituto Argentino de Normalização e Certificação (IRAM), desenvolveu uma série de normas, entre 1968 e 1976, para iluminação natural e artificial. Dentre elas, as normas que envolvem iluminação natural são:

- IRAAM-AADL J 2002 de 1969 “Iluminação Natural em Edifícios. Condições gerais e requisitos especiais”: a norma estabelece as condições para que a iluminação natural dos edifícios seja adequada.
- IRAM-AADL J 2003 de 1970 “Iluminação Natural em Edifícios. Métodos de Determinação”: estabelece métodos para determinar os níveis de iluminação natural em projetos ou edifícios já construídos.
- IRAM-AADL J 2004 de 1974 “Iluminação em Escolas. Características”: estabelece as condições de iluminação em escolas.
- IRAM-AADL J 2017 de 1976 “Iluminação Natural e Artificial nas Indústrias. Características”: estabelece as condições de iluminação em indústrias.

As normas citadas não são de uso obrigatório em território argentino, exceto a norma IRAM 11603 que é obrigatória na cidade de Buenos Aires (BUENOS AIRES, 2023; CZAJKOWSKI; GÓMEZ, 2019).

3.1.2 Brasil

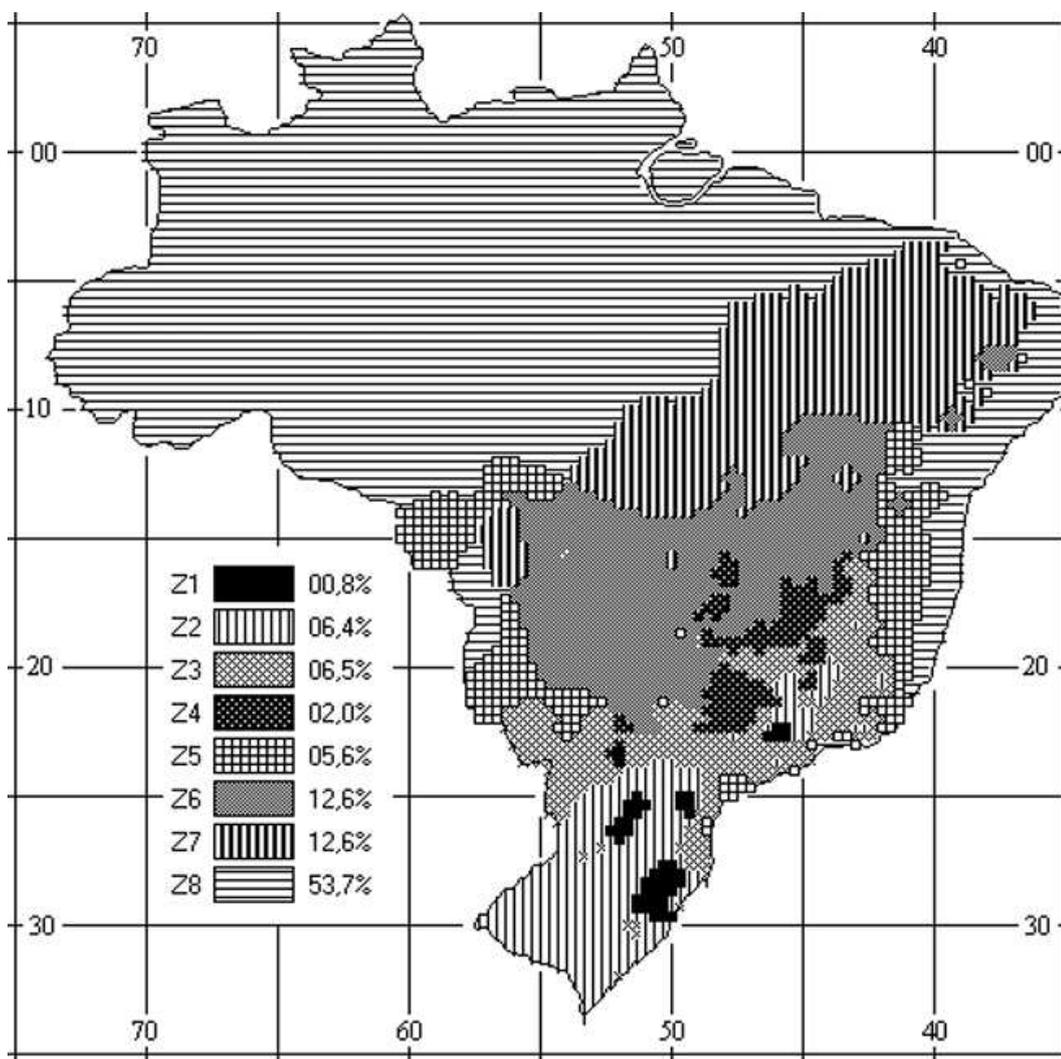
No Brasil, a regulamentação do acesso à luz do solar está contido implicitamente em legislações urbanísticas e nas normas técnicas que tratam de iluminação natural (MONTEIRO, 2023; VIANNA, 2017). Dentre elas estão:

- Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que em seu artigo 182 estabeleceu a obrigatoriedade do Plano Diretor para cidades com mais 20 mil habitantes, dando ao poder público municipal a responsabilidade pela política urbana;
- A norma técnica de iluminação natural ABNT NBR 15.215:2005 “Iluminação Natural”;
- A norma técnica ABNT NBR 15.220-3:2005 “Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações de interesse social”;

Tejada (2019) explica que o plano diretor de cada cidade tem como objetivo estabelecer os limites de ocupação e gerenciar as interferências das edificações entre si. Vianna (2017) pontua que nos planos diretores dos municípios, regulações sobre recuos, taxas de ocupação e das alturas máximas na ocupação de lotes, permitem o controle e acesso solar. Em 2000, no Rio de Janeiro, foi aprovada a Lei Complementar 47 que proíbe a construção de edifícios na orla marítima que possam sombrear o calçadão ou o areal. Em São Paulo e Porto Alegre existem leis que estabelecem o uso da energia solar para sistemas de aquecimento.

A NBR 15.220-3 separa o Brasil em 8 zonas bioclimáticas (Figura 8). Para cada zona são dadas diretrizes para sombreamento, ventilação e condicionamento térmico.

Figura 8: Zoneamento bioclimático brasileiro



Fonte: (ABNT, 2005)

Na Tabela 4, se encontram as diretrizes construtivas que têm influência no acesso solar das construções.

Tabela 4: Zonas bioclimáticas do Brasil

(continua)

Zona Bioclimática	Sombreamento das aberturas	Condicionamento Térmico
Z1	Permitir sol durante o período frio	Aquecimento solar da edificação durante o inverno

(conclusão)

Z2	Permitir sol durante o período frio	Aquecimento solar da edificação durante o inverno
Z3	Permitir sol durante o período frio	Aquecimento solar da edificação durante o inverno
Z4	Sombreamento das aberturas	Aquecimento solar da edificação durante o inverno
Z5	Sombreamento das aberturas	Não há utilização da luz do sol
Z6	Sombreamento das aberturas	Não há utilização da luz do sol
Z7	Sombreamento das aberturas	Não há utilização da luz do sol
Z8	Sombreamento das aberturas	Não há utilização da luz do sol

Fonte: (ABNT, 2005) - Adaptado

A NBR 15.215, em suas quatro partes, traz procedimentos, recomendações para o uso da luz natural nas edificações. A parte 1 trata de conceitos básicos e definições. A parte 2 traz os procedimentos de cálculo para estimar a disponibilidade e a distribuição espacial da luz natural. A parte 3 aborda procedimentos de cálculo para determinar os níveis de luz natural em ambientes internos. A parte 4 traz formas de verificação experimental das condições de iluminação natural em ambientes internos.

Segundo Monteiro (2023), que participa da comissão responsável pela revisão da norma, relata que ela está em revisão desde 2021, tendo a parte 2 publicada em 2022 e a parte 4 em 2023. A parte 1 se encontra em revisão desde 2022. A parte 3 da norma está em fase final de revisão para envio à consulta pública. A autora também relata em seu trabalho que a revisão da parte 3 tem como base a EN 17037:2018, e propõe analisar a luz natural a partir de quatro critérios: disponibilidade da luz do dia,

exposição à luz do sol, ofuscamento e qualidade da vista. A proposta de revisão prevê períodos mínimos para exposição à luz do solar que deve ser verificada entre 7 e 17 horas, entre os dias 1 de agosto e 21 de setembro, para ambientes localizados nas Zonas Bioclimáticas 1 e 2 (Tabela 5).

Tabela 5: Recomendação para exposição diária à luz solar mínima segundo a proposta de revisão da NBR 15215-3

Nível de recomendação para exposição à luz solar	Exposição à luz solar
Nível I	1,5 horas
Nível II	3 horas
Nível III	4 horas

Fonte: (MONTEIRO, 2023)

3.1.3 Chile

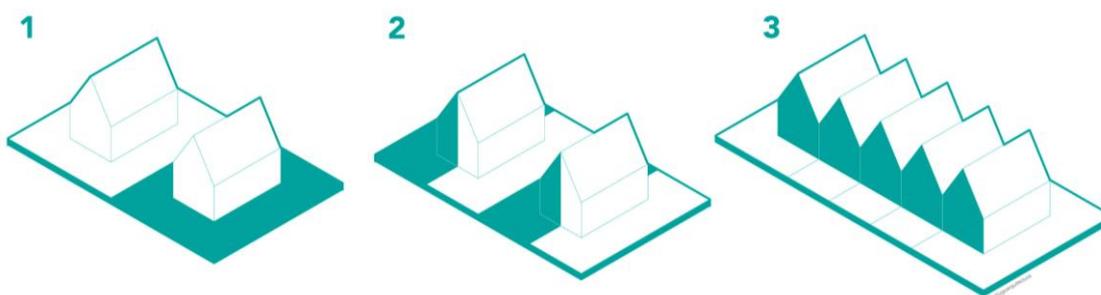
No Chile, o planejamento urbano, padrões técnicos de projetos e construção como distância, sombreamento, altura, entre outros, são regulados pela Lei Geral de Urbanismo e Construções (OGUC) e os Planos Reguladores Comunitários (PRC), porém não há nenhuma regulamentação que trate explicitamente do acesso a luz solar das edificações (MERINO et al., 2021).

Apesar da falta de regulamento, dentre as normas do PCR, existem aquelas que possuem influência direta ou indireta sobre o acesso solar (CONTARDO; CECCHI; LARA, 2017). Na seção 2.6 da OGUC, é regulada a relação dos edifícios com o solo trazendo aspectos importantes que impactam no direito ao sol:

- **Altura Máxima da Edificação:** influência nas sombras que são projetadas em construções adjacentes dependendo da altura e do ângulo de inclinação do sol.
- **Ocupação do Solo:** determina as áreas que podem ter ou não edifícios, garantindo zonas sem obstruções à luz do sol.

- Sombreamento: a sombra projetada do edifício não pode superar a sombra do volume teórico dele mesmo.
- Distanciamento: é a distância do espaço vazio entre o limite da edificação e o limite da propriedade. Assim quanto maior for a distância entre as edificações, a influência de sombras é menor entre elas. Regular esse distanciamento através da altura pode garantir acesso ao sol (JIRÓN; PALAU, 2015).
- Sistemas de agrupamento: Os sistemas de agrupamento são o isolado, emparelhado e contínuo (Figura 9). Segundo Contardo et al (2017), o sistema contínuo projeta sombras mais densas, portanto deve ter altura regulada pois influencia na luz dos ambientes.

Figura 9: Sistemas de agrupamento (1) isolado, (2) emparelhado e (3) contínuo.



Fonte: (ARÉVALO, 2018)

- Jardins frontais: Distância entre o limite da propriedade e o limite de uso público. A regulação dessas distâncias tem influência no acesso solar em ambientes públicos.
- Ampliação: aumento do limite da edificação original, logo pode gerar obstrução ao acesso solar.
- Rasante: reta imaginária que define o volume que um edifício pode ser construído mediante ângulo de inclinação. O ângulo de inclinação possui valores diferentes dependendo da região. No sul, o ângulo é maior, portanto a altura dos edifícios são menores e há menos obstrução a luz do sol (CONTARDO; CECCHI; LARA, 2017).

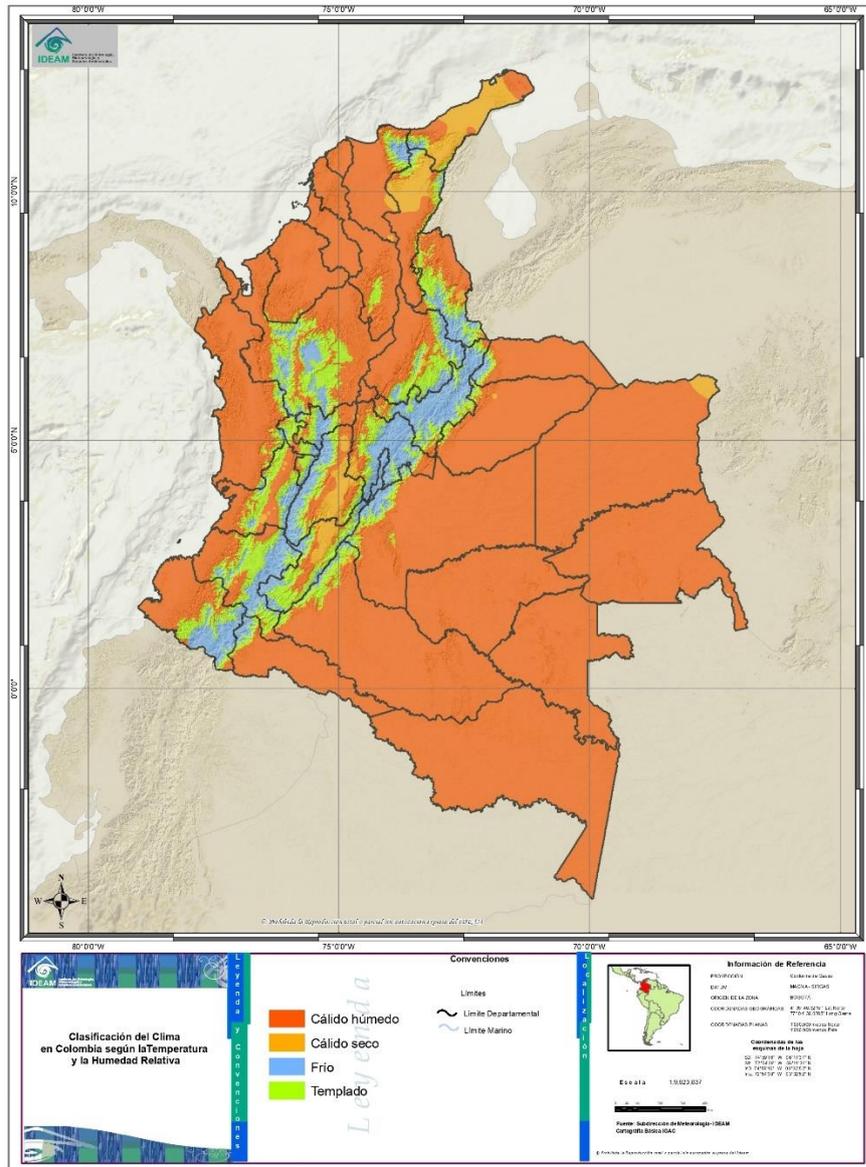
3.1.4 Colômbia

O quadro legislativo e normativo colombiano não apresenta regulamentações sobre o acesso à luz do solar (OCHOA LOZANO; CUADRADO NIÑO, 2021). No entanto, em 2012, a Câmara de Bogotá estabeleceu como meta a criação de uma política pública para promover o ecourbanismo e construções sustentáveis (BOGOTÁ, 2012). Como resultado, em 2014, foi criada a Política Pública de Ecourbanismo e Construção Sustentável (PPECS) (BOGOTÁ, 2014).

Dentre as ações da PPECS, foi a formulação do Guia de Construção Sustentável para a Economia de Água e Energia nos Edifícios (COLÔMBIA, 2015). A metodologia usada como base para a elaboração do guia foi identificar as características das Zonas Climáticas para estabelecer as condições climáticas de cada município.

A Colômbia possui quatro zonas climáticas variando de temperatura e umidade relativa, conforme a Figura 10.

Figura 10: Zonas Climáticas da Colômbia



Fonte: MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2012

Para cada zona, são estabelecidas orientações para as fachadas para uso eficiente da radiação solar e aumentar a economia de energia (Tabela 6).

Tabela 6: Zonas Climáticas da Colômbia e critérios de projeto dos edifícios

Zona	Faixa de temperatura (°C)	Objetivos
Fria	12-18	<ul style="list-style-type: none"> Fachada principal ao sudeste para exposição solar o dia todo Fachada traseira ao noroeste para exposição solar ao final da tarde
Amena	18-24	<ul style="list-style-type: none"> Fachada principal ao sudeste para exposição solar o dia todo Fachada traseira ao noroeste para exposição solar ao fim da tarde
Quente seca	<ul style="list-style-type: none"> >24; Umidade < 75% 	<ul style="list-style-type: none"> Fachada principal ao norte para evitar a exposição ao sol direta
Quente úmida	<ul style="list-style-type: none"> >24 Umidade > 75% 	<ul style="list-style-type: none"> Fachada principal ao noroeste para exposição ao sol somente nas primeiras horas da manhã

Fonte: (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2012) - Adaptado

3.1.5 Equador

O quadro legislativo e normativo técnico do Equador não apresenta regulamentação específica sobre o acesso à luz solar (GUSHQUI, 2023). Porém, nas normas relacionadas à construção, existem aquelas que podem ter influência no acesso ao Sol.

A Norma Equatoriana de Construção (NEC), no capítulo 13, Eficiência Energética das Construções na Construção no Equador, tem como objetivo promover especificações de projeto e a construção de edifícios do ponto de vista da sustentabilidade, eficiência e boa gestão dos recursos no Equador, reduzindo assim o consumo de recursos não renováveis e a emissão de gases.

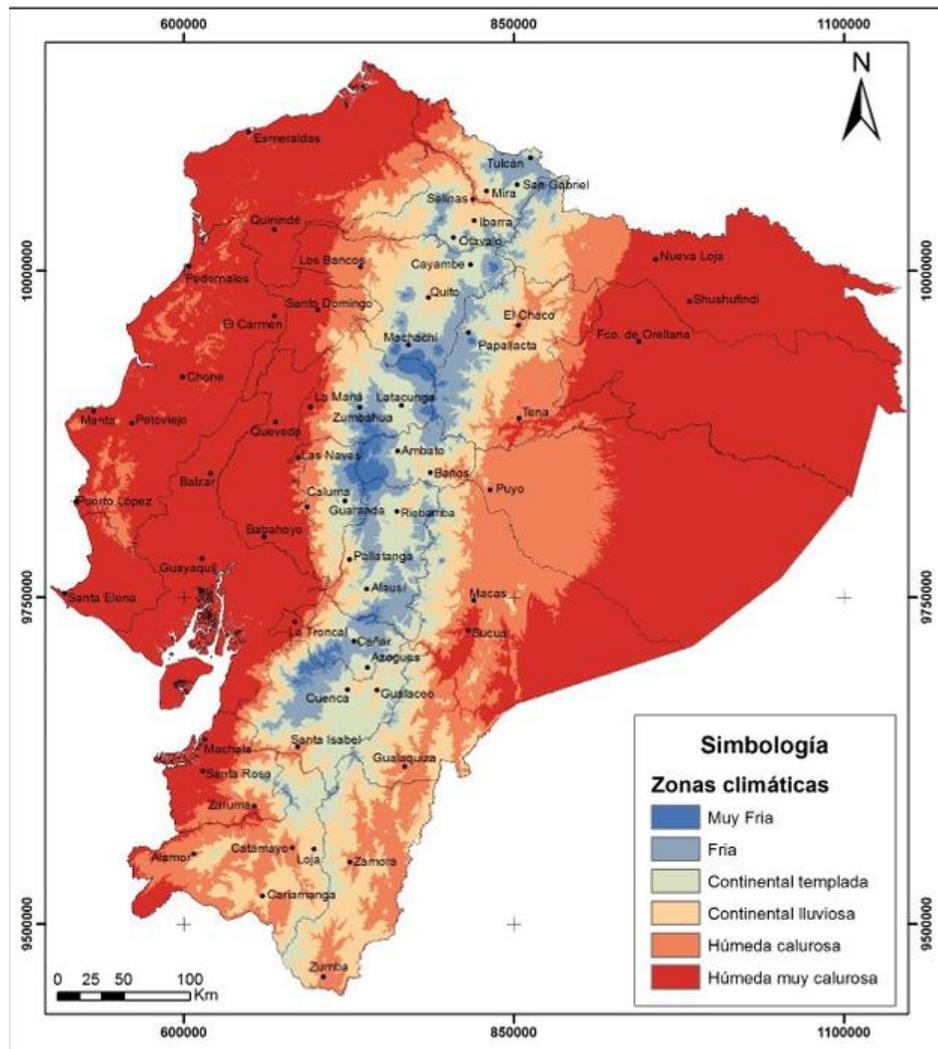
A NEC separa o Equador em seis zonas climáticas (Tabela 7), de acordo com faixas de temperatura fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia (INAMHI). Na Figura 11, é mostrado um mapa do Equador com as zonas do país.

Tabela 7: Zonas Climáticas do Equador de acordo com as faixas de temperatura

Zona Climática	Nome	Faixa de Temperatura (°C)
ZT1	Muito fria	6-10
ZT2	Fria	10-14
ZT3	Continental chuvosa	14-18
ZT4	Continental amena	18-22
ZT5	Úmida quente	22-25
ZT6	Úmida muito quente	25-27

Fonte: MINISTERIO DE DESARROLO URBANO Y VIVIENDA, 2011 - Adaptado

Figura 11: Zonas climáticas do Equador



Fonte: (MINISTERIO DE DESARROLO URBANO Y VIVIENDA, 2011)

A norma trata que a orientação geográfica das construções determina a exposição à radiação solar e ao vento, afetando a temperatura e umidade dos ambientes. Para cada zona, a norma define uma orientação recomendada.

Tabela 8: Orientação recomendada para cada zona climática

Zona Climática	Orientação recomendada
ZT1, ZT2, ZT3	Leste e Oeste
ZT4, ZT5, ZT6	Norte e Sul

Fonte: (MINISTERIO DE DESARROLO URBANO Y VIVIENDA, 2011)

Também são dados a orientação de acordo com o ângulo.

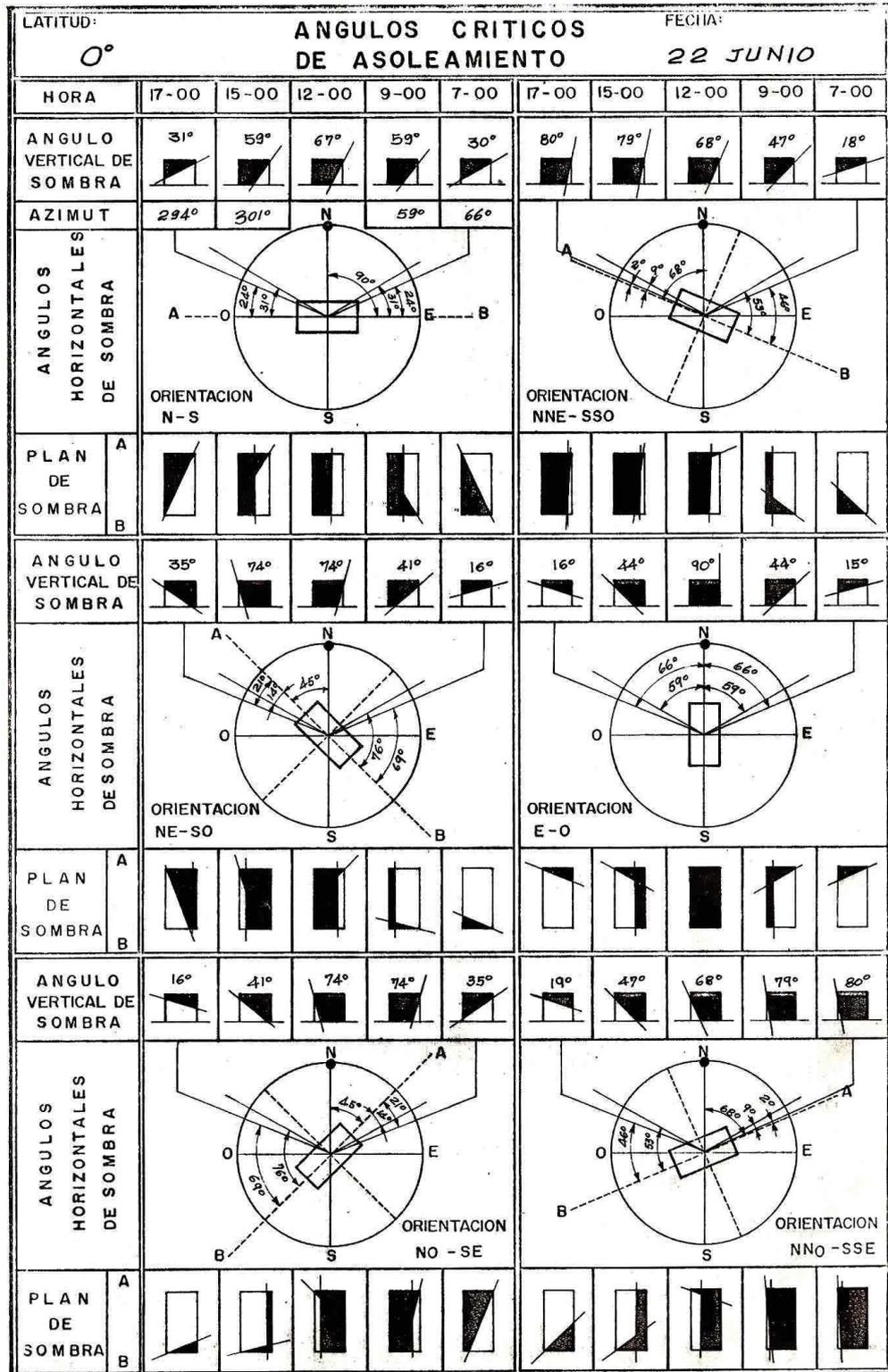
Tabela 9: Definição das orientações para o Equador

Ângulo (em graus)	Orientação
-23 a 23	Norte
23 a 67	Nordeste
67 a 113	Leste
113 a 157	Sudeste
157 a -157	Sul
-157 a -113	Sudoeste
-113 a -67	Oeste
-67 a 23	Noroeste

Fonte: MINISTERIO DE DESARROLO URBANO Y VIVIENDA, 2011 - Adaptado

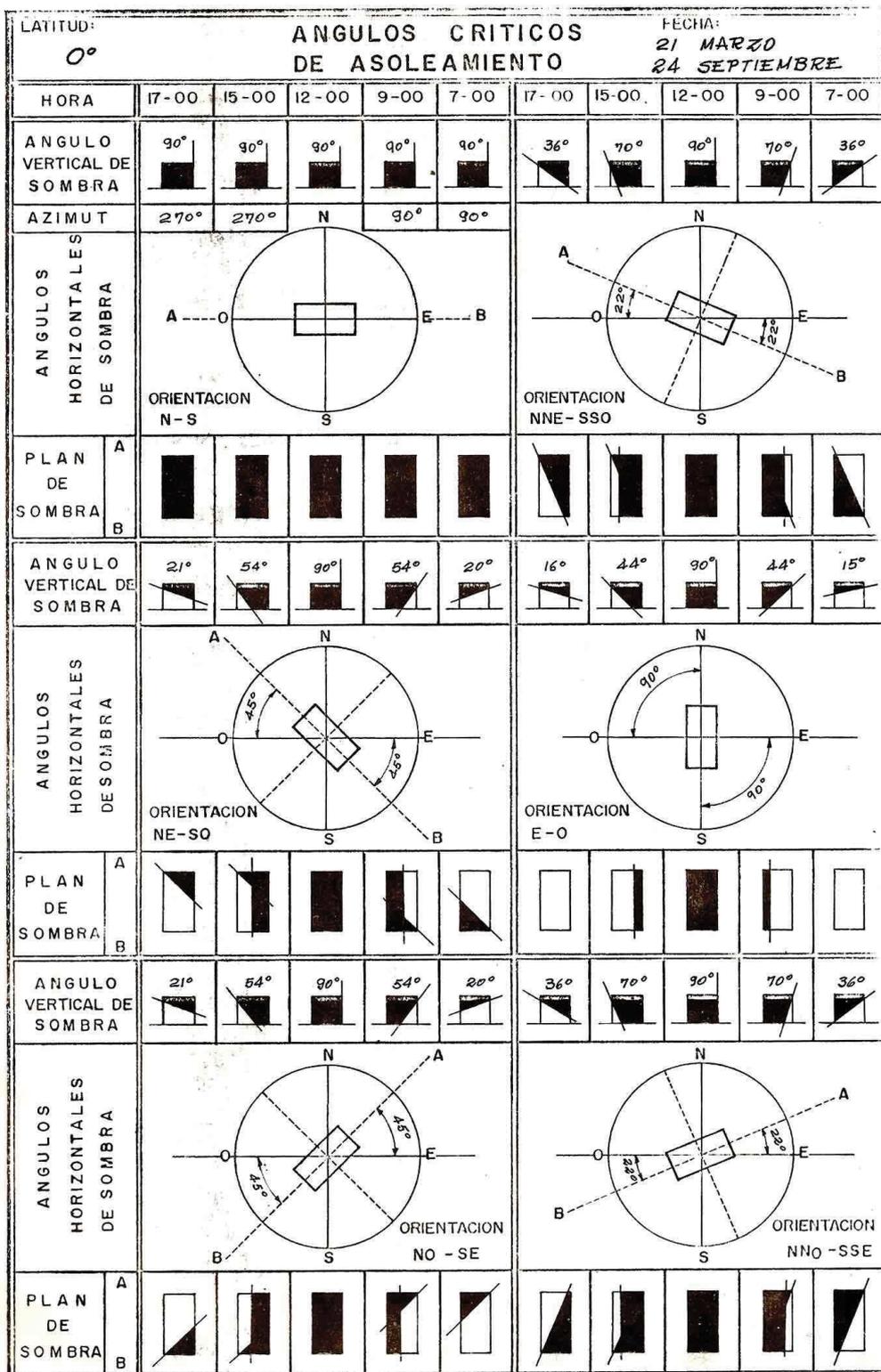
Nas Figura 12 a Figura 14, são mostradas graficamente a incidência solar para diferentes orientações, datas e horários. Analisando-as, é possível notar que as orientações recomendadas para cada zona foi pensada para maximizar o ganho solar direto ou para evitar a exposição solar direta ao longo do dia de forma a minimizar as necessidades de climatização e iluminação artificial.

Figura 12: Ângulos críticos de incidência solar



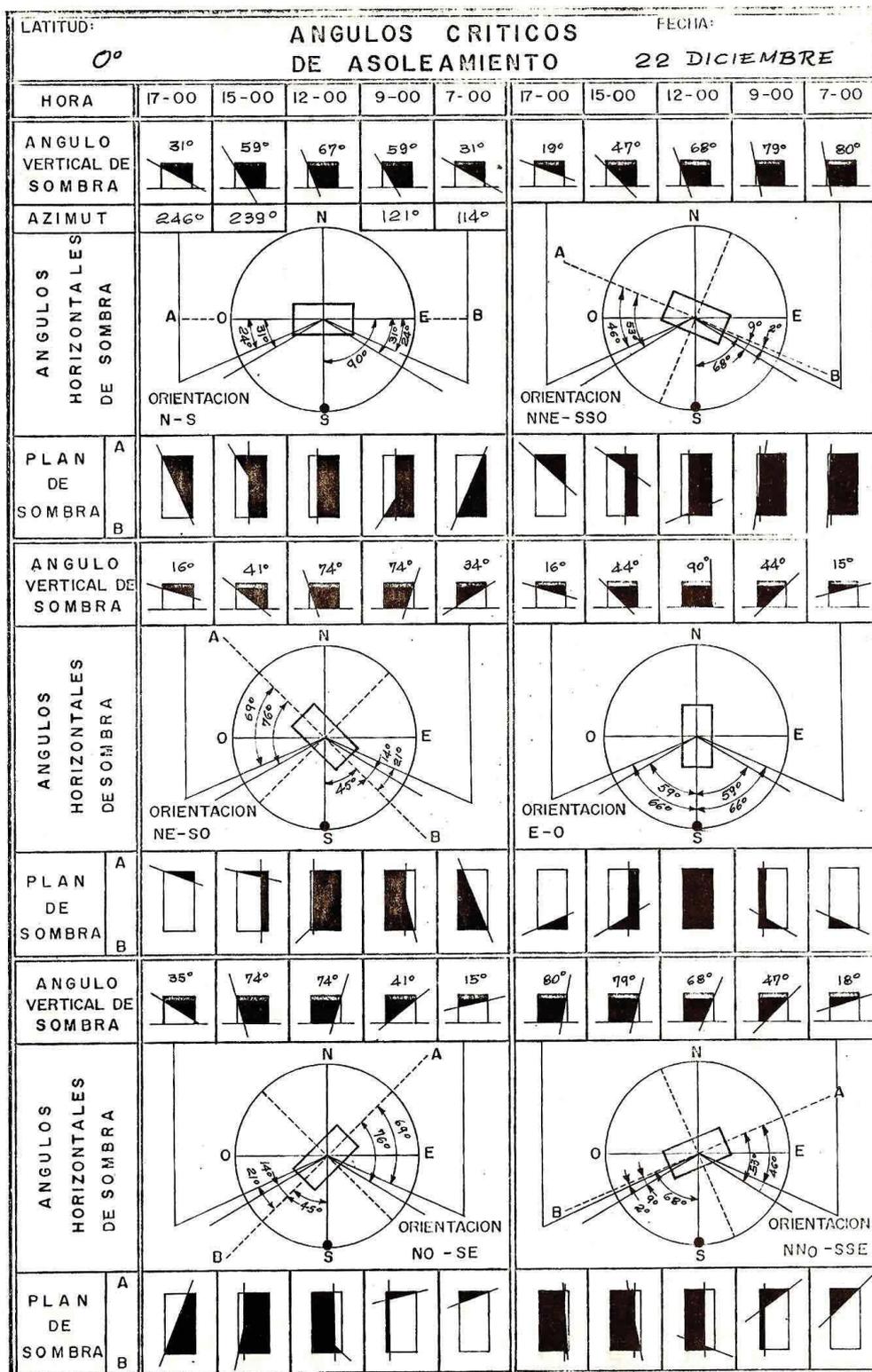
Fonte: INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1978

Figura 13: Ângulo críticos de incidência solar



Fonte: (INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1978)

Figura 14: Ângulos críticos de incidência solar



Fonte: INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, 1978

3.1.6 Uruguai

Na legislação do Uruguai, a lei Nº 18.795 (URUGUAI, 2011), estabelece no Artigo 6º do Regulamento que para novas habitações:

- Devem receber sol direto por pelo menos uma hora durante todo o período de inverno, em pelo menos um dos seguintes ambientes: quarto, sala de estar ou sala de jantar. Será permitido uma tolerância de meia hora a menos de luz do sol que o mínimo exigido em menos de 10% das habitações. Quando as disposições não puderem ser cumpridas, deverão cumprir o disposto no artigo R.1652.9 do Título III, Livro XVI, Volume V do Digesto Departamental de Montevideú.

O artigo R.1652.9 (MONTEVIDÉU, 2009) do Digesto de Montevideú estabelece requerimentos para recintos com aberturas envidraçadas trazendo valores de transmitância admitidos para o ganho solar do ambiente.

4 Conclusão

A geração FV cresce a cada ano e tem se tornado a opção mais viável para vários países que buscam garantir o fornecimento de energia elétrica. No meio urbano, o adensamento e a verticalização das cidades, provocada pelo crescimento populacional, torna cada mais necessário a garantia ao acesso à luz do sol. Habitações que possuem sistemas FV, sem a existência de leis ou normas que regule a exposição à radiação solar, correm risco de terem a sua produção de energia reduzida significativamente.

Identificou-se a inexistência de legislação e normas que tratem especificamente do acesso solar para sistemas FV dos países analisados, pois esse conceito ainda é muito ligado à arquitetura com o objetivo de garantir conforto térmico e lumínico. Embora as normas urbanísticas se refiram à luz solar em vários de seus regulamentos, é de forma indireta e implícita. Também não há uma distinção clara entre luz natural e luz solar, pois as habitações podem receber luz, mesmo de forma indireta, sendo que o normalmente a ser exigido são os benefícios da radiação solar.

Na Argentina e Uruguai, o acesso à luz solar está implícito em suas normas de condicionamento térmico dos edifícios ao prever quantidade de horas mínimas de exposição à luz solar no inverno e propõe orientações que otimizem a captação do recurso. O Brasil, no entanto, está caminhando para a existência de regulação que especifica um número mínimo de horas na revisão da ABNT NBR 15.215:3. Colômbia, Chile e Equador não prevê quantidade mínima de horas de exposição à luz do sol em nenhuma situação.

Argentina, Colômbia e Equador possuem normas que propõem orientações para as edificações visando maximizar o aproveitamento da luz do Sol. As orientações variam de acordo com a zona climática. No Chile, não há normas que determinem orientações com o objetivo do aproveitamento da luz solar. Porém, a norma que rege o planejamento territorial impacta diretamente na forma dos edifícios, regulando a altura, distância e sombreamento deles. Já no Brasil, a legislação que regula a forma dos edifícios está contida no Plano Diretor de cada município, que possui diretrizes que podem influenciar no acesso solar. No Uruguai, não há normas que regulam altura, forma e orientação dos edifícios.

A legislação do Brasil ainda é omissa na questão do direito ao recurso solar, talvez por conta da localidade em latitude tropical e pela alta quantidade de dias ensolarados. Em relação à Argentina, Colômbia e Equador, que apresentam normas que visam otimizar o aproveitamento da luz do Sol, são países que possuem regiões que apresentam baixas temperaturas e necessitam de diretrizes para garantir o aquecimento das habitações.

As normas apresentadas no trabalho, embora tratem do acesso solar por um viés arquitetônico, podem influenciar na captação da luz do Sol de sistemas FV ao regular uma quantidade mínima de horas e a geometria das edificações. Pois, a viabilidade de uma instalação FV deve considerar a interferência das construções vizinhas, por causa do sombreamento, e a disponibilidade de luz do sol. No entanto, as legislações e normas não preveem a possibilidade de edificações futuras virem a sombrear uma já existente. Nesse cenário, o incentivo a instalações de sistemas FV deve considerar uma visão mais abrangente em seu quadro regulatório, incluindo regulamentações urbanas que incorporem o direito à luz do Sol.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR15220-3: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ABSOLAR. **Infográfico ABSOLAR**. 2023. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>>. Acesso em: 31 ago. 2023

ANEEL. **Resolução Normativa No 482, de 17 de abril de 2012**. Brasília, 2012a. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2023

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa No 517, de 11 de dezembro de 2012**. Brasília, 2012b. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012517.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2023

ANEEL. **Relação de empreendimentos de Geração Distribuída - Dados Abertos - Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em: <<https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/relacao-de-empreendimentos-de-geracao-distribuida>>. Acesso em: 31 ago. 2023.

ARCERNR. AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES. **Marco normativo de la Generación Distribuidapara autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica**. Quito: ARCERNR, 2021. Disponível em: <<https://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2021/05/Resolucion-Nro.-ARCERNNR-013-2021-signed-signer>>. Acesso em: 3 dez. 2023

ARÉVALO, R. **Sistemas de agrupamientos y adosamientos para las edificaciones establecidos por la OGUC**. Disponível em: <<https://www.catalogoarquitectura.cl/cl/oguc/sistemas-de-agrupamientos-y-adosamientos-para-las-edificaciones-establecidos-por-la-oguc>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

ARGENTINA. **RÉGIMEN DE FOMENTO A LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE ENERGÍA RENOVABLE INTEGRADA A LA RED ELÉCTRICA PÚBLICA.** Buenos Aires, 2017a. Disponible em: <<https://www.argentina.gob.ar/>>. Acceso em: 29 nov. 2023

ARGENTINA. **Resolución 122-E/2017.** Buenos Aires, 15 mar. 2017b. Disponible em: <<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/160314/20170317>>. Acceso em: 22 nov. 2023

ARGENTINA. **BOLETIN OFICIAL REPUBLICA ARGENTINA - MINISTERIO DEL INTERIOR, OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA SECRETARÍA DE VIVIENDA - Resolución 59/2019.** Buenos Aires, 30 ago. 2019. Disponible em: <<https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/215492/20190904>>. Acceso em: 22 nov. 2023

BOGOTÁ. **POR EL CUAL SE ADOPTA EL PLAN DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y DE OBRAS PÚBLICAS PARA BOGOTÁ D.C. 2012-2016 BOGOTÁ HUMANA.** Bogotá, 12 jun. 2012. Disponible em: <<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=47766>>. Acceso em: 25 nov. 2023

BOGOTÁ. **Por el cual se adopta la Política Pública de Ecurbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá, Distrito Capital 2014-2024.** Bogotá, 17 dez. 2014. Disponible em: <<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=60198>>. Acceso em: 25 nov. 2023

BRASIL. **Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS).** DF: Presidência da República, 6 jan. 2022. Disponible em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/114300.htm>. Acceso em: 6 dez. 2023

BUENOS AIRES. **ESTABLECE LAS CONDICIONES DE ACONDICIONAMIENTO TERMICO EXIGIBLES EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS PARA UNA MEJOR CALIDAD DE VIDA Y DISMINUCION DEL IMPACTO AMBIENTAL. MUNICIPIOS: AUTORIDAD DE APLICACIÓN. (SISTEMAS-CALEFACCIÓN).**

Buenos Aires, 9 abr. 2023. Disponível em: <<https://normas.gba.gob.ar/ar-b/ley/2003/13059/3792>>. Acesso em: 23 nov. 2023

CALDAS, H. H. S. E.; SILVA MOISÉS, A. L. **GERAÇÃO FOTOVOLTAICA DISTRIBUÍDA: ESTUDO DE CASO PARA CONSUMIDORES RESIDENCIAIS DE SALVADOR - BA**. Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 5, n. 1, 30 mar. 2016.

CAPELUTO, G. et al. **Solar Rights in the Design of Urban Spaces**. PLEA 2006 - 23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Conference Proceedings, 1 jan. 2006.

CÁRDENAS, L. A.; ARAYA, P. U. **Acceso solar a las edificaciones. El eslabón pendiente en la legislación urbanística chilena sobre la actividad proyectual**. Revista de Urbanismo, n. 26, pág. 21-42, 18 jul. 2012. Disponível em: <<https://estudiosdeadministracion.uchile.cl/index.php/RU/article/view/20922>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

CELIS POSADA, R. **Estudio de sistemas pasivos para la iluminación natural del aula taller del edificio CREAS en Pozuelo de Alarcón**. Madrid: E.T.S. de Edificación (UPM), jul. 2018. Disponível em: <<https://oa.upm.es/51719/>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

CHILE. **INTRODUCE MODIFICACIONES A LA LEY GENERAL DE SERVICIOS ELÉCTRICOS RESPECTO DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON FUENTES DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES**. Santiago, 1 ago. 2008. Disponível em: <<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=270212>>. Acesso em: 30 nov. 2023

CHILE. **REGULA EL PAGO DE LAS TARIFAS ELÉCTRICAS DE LAS GENERADORAS RESIDENCIALES**. Santiago, 2014. Disponível em: <<https://www.bcn.cl/leychile>>. Acesso em: 30 nov. 2023

COLÔMBIA. **Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional**. Bogotá: Congresso da Colômbia, 13 maio 2014. Disponível em: <<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=57353>>. Acesso em: 2 dez. 2023

COLÔMBIA. **Por la cual se reglamenta el capítulo 1 del título 7 de la parte 2 del libro 2 del Decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones.** Bogotá, 2015. Disponible em:

<<https://57uno.com/project/resolucion-549-de-2015/>>. Acceso em: 28 nov. 2023

CONTARDO, J. I.; CECCHI, M. C. W.; LARA, K. V. **Acceso solar: un derecho urbano para la calidad de vida vulnerado desde la gentrificación contemporánea. El caso de la comuna de Estación Central, Chile.** Revista 180, 2017.

CREG. COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. **Resolución 030, de 26 fev. 2018.** Por la cual se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional. 2018.

Disponible em:

<<http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/83b41035c2c4474f05258243005a1191>>. Acceso em: 2 dez. 2023

CZAJKOWSKI, J. D.; GÓMEZ, A. F. **Construcciones sustentables y Ley N° 13059.** [s.l.] Facultad de Arquitectura y Urbanismo (UNLP), 2019.

DECKER, K. D. **The Solar Envelope: How to Heat and Cool Cities without Fossil Fuels.** Disponible em: <<https://solar.lowtechmagazine.com/2012/03/the-solar-envelope-how-to-heat-and-cool-cities-without-fossil-fuels/>>. Acceso em: 28 nov. 2023.

EQUADOR. **LEY ORGANICA DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA**

ELECTRICA. Quito: Asamblea Nacional, 14 jan. 2015. Disponible em:

<<https://www.recursoyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2019/03/LEY-DE-ELECRICIDAD.pdf>>. Acceso em: 2 dez. 2023

FRANCO, R. **Acceso solar en la arquitectura y la ciudad: aproximación histórica.** v. 18, p. 95–106, jul. 2016.

GUSHQUI, B. P. M. **Servidumbre de luz y vista en relación al acceso a la energía mediante paneles solares.** Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2023.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M.; REIS, L. B. **Energia e Meio Ambiente**. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

HRAŠKA, J. **Approaches, Methods and Tools of Rights of Access to Sunlight around the World**. Slovak Journal of Civil Engineering, v. 27, n. 4, p. 45–52, 30 nov. 2019.

INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. **IRAM 11603: Condicionamiento Térmico de Edificios**. Argentina, 2012.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. **Asoleamiento y sus aplicaciones para el diseño climatológico de la vivienda en el Ecuador**. Ecuador, 1978.

IRENA. **Statistics Time Series**. Disponível em: <<https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Statistics-Time-Series>>. Acesso em: 4 set. 2023.

JIN, Z.; CHEN, X. **Proposal for revised criteria for daylight provision for the European Daylight Standard EN 17037:2018+A1**. 2023.

JIRÓN, L. A. C.; PALAU, J. P. V. **Potencial solar en fachadas integrando la densidad urbana: Una mirada crítica a la norma urbanística chilena**. AUS [Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad], n. 18, p. 58–63, 2015.

KETTLES, C. M. **A Comprehensive Review of Solar Access Law in the United States**. Flórida: Florida Solar Energy Research and Education Foundation, 2008.

LÓPEZ, E. A. H.; CAMACHO, D. I. G. **EDIFICIOS SOLARES: CLAVES PARA CIUDADES SUSTENTABLES QUE GARANTICEN EL DERECHO AL SOL**. Energías Renovables, v. 10, n. 50, 13 set. 2023.

MENTONE, F. A. **Energia renovável e desenvolvimento: uma abordagem econômica e social**. 19 mar. 2015.

MERINO, L. et al. **Incorporación del acceso solar en la planificación urbana de las ciudades chilenas**. EURE (Santiago), v. 47, n. 142, p. 185–205, set. 2021.

MESA, N. A.; ARBOIT, M.; DE ROSA, C. **La sustentabilidad energético-ambiental como base para el desarrollo urbano en zonas de oasis andinos**. Cuaderno urbano, v. 9, n. 9, dez. 2010.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. **Criterios Ambientales Diseño y Construcción de Vivienda Urbana**. Bogotá, 2012. Disponível em: <<https://www.minambiente.gov.co/documento-entidad/cartilla-criterios-ambientales-diseno-y-construccion-de-vivienda-urbana/>>

MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA. **Norma Ecuatoriana de La Construcción. Capítulo 13 Eficiencia Energética En La Construcción En Ecuador**. Ecuador, 2011.

MINISTERIO DEL INTERIOR, OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA. **ESTÁNDARES MÍNIMOS DE CALIDAD PARA VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL**. Buenos Aires. 2019.

MIRANDA, R. F. C. **Análise da Inserção de Geração Distribuída de Energia Solar Fotovoltaica no Setor Residencial Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/index.php/pt/publicacoes/dissertacoes/2013/428-analise-da-insercao-de-geracao-distribuida-de-energia-solar-fotovoltaica-no-setor-residencial-brasileiro>>. Acesso em: 31 ago. 2023.

MONTEIRO, L. A. **Iluminação natural em salas de aula: análise de novos parâmetros normativos**. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/53518>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

MONTEVIDÉU. TÍTULO III.1. **NORMAS PARA EDIFICIOS DESTINADOS A VIVIENDA**. Montevideú. 20 jul. 2009.

MOSELLE, B. **WHY SUPPORT RENEWABLES?**. Em: EPRG SPRING SEMIMAR. Cambridge, Reino Unido, 13 maio 2011. Disponível em: <<https://www.eprg.group.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2011/05/1-Moselle-v2.pdf>>. Acesso em: 6 set. 2023

OCHOA LOZANO, M. M.; CUADRADO NIÑO, S. A. **Manual de lineamientos de diseño para vivienda bioclimática pasiva en clima cálido húmedo en el Municipio de Socorro, Santander.** [s.l.] Pregrado Arquitectura, 2 dez. 2021.

ONU, O. DAS N. U. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Key Facts.** Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

PEREZ, D. R. C. **O envelope solar e o direito ao sol.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/403284>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

PEREZ, D. R. C. **Diretrizes solares para o planejamento urbano: o envelope solar como critério para adensamento e verticalização.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/908547>>. Acesso em: 30 nov. 2023.

PHAN, H. **Daylight Study with Adaption of European Standard EN 17037:2019.** fi=AMK-opinnäytetyö|sv=YH-examensarbete|en=Bachelor's thesis|. Disponível em: <<http://www.theseus.fi/handle/10024/333731>>. Acesso em: 29 nov. 2023.

PIOVANO, J. G.; MESA, A. **Determinación de densidades urbanas sostenibles en base a metodología relativa al acceso solar: caso área metropolitana de Mendoza, Argentina.** Revista de Urbanismo, n. 36, 30 jun. 2017.

SHACH-PINSKY, D.; CAPELUTO, I. G. **From Form-Based to Performance-Based Codes.** Sustainability, v. 12, n. 14, p. 5657, jan. 2020.

SOLIANO PEREIRA, O. et al. **A tecnologia fotovoltaica, novos negócios e novos desafios para as concessionárias de distribuição.** VIII Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica. Anais...Bahia: 17 ago. 2015.

ŠPRAH, N.; KOŠIR, M. **Daylight Provision Requirements According to EN 17037 as a Restriction for Sustainable Urban Planning of Residential Developments.** Sustainability, v. 12, n. 1, p. 315, jan. 2020.

UN-HABITAT, U. N. H. S. P. **World Cities Report 2022.** Disponível em: <<https://unhabitat.org/wcr/>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

URUGUAI. **DECLARACION DE INTERES NACIONAL. MEJORAS DE LAS CONDICIONES DE ACCESO A LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL.** Montevidéo, 17 ago. 2011. Disponível em: <<https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18795-2011>>. Acesso em: 25 nov. 2023

URUGUAI. **Decreto 454/016, 30 dez. 2016.** REGLAMENTACION DEL IVA. PANELES SOLARES. Montevidéo, 2016 Disponível em: <<https://www.impo.com.uy/bases/decretos/454-2016>>. Acesso em: 3 dez. 2023

VIANNA, S. D. **Análise do “Direito ao Sol” nos planos diretores de Pelotas – RS, em zonas residenciais.** Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Pelotas, 5 abr. 2017.

YU, X.; SU, Y. **Daylight availability assessment and its potential energy saving estimation –A literature review.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 52, p. 494–503, 1 dez. 2015.

ZAMBARDA, L. B. et al. **IMPACTO DO ADENSAMENTO NA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA DE RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES EM CENTROS URBANOS POR PERDA DO ACESSO SOLAR: O EXEMPLO DA ÁREA URBANA DE TRANSIÇÃO EM CHAPECÓ - SC.** ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 18, n. 1, p. 1–8, 4 nov. 2020.