

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Fábio Vinícius Finamore

**Relação entre variáveis socioeconômicas e a densidade *per capita* de sistemas
fotovoltaicos nas capitais brasileiras**

Monografia

São Paulo

Novembro de 2018

FÁBIO VINÍCIUS FINAMORE

**Relação entre variáveis socioeconômicas e a densidade per capita de sistemas
fotovoltaicos nas capitais brasileiras**

Monografia

Monografia apresentada ao Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo como forma de avaliação parcial do Curso de Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética.

São Paulo
Novembro de 2018

FÁBIO VINÍCIUS FINAMORE

**Relação entre variáveis socioeconômicas e a densidade per capita de sistemas
fotovoltaicos nas capitais brasileiras**

Monografia

Monografia apresentada ao Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo como forma de avaliação parcial do Curso de Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética.

Área de concentração: Energia Solar Fotovoltaica

Orientador: Professor Me. Álvaro Nakano

São Paulo
Novembro de 2018

Catálogo-na-publicação

Finamore, Fábio Vinícius

Relação entre variáveis socioeconômicas e a densidade per capita de sistemas fotovoltaicos nas capitais brasileiras / F. V. Finamore -- São Paulo, 2018.

50 p.

Monografia (Especialização em Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética.) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Energia Solar 2.Sistemas fotovoltaicos 3.Cidades Capitais (Aspectos sociais) - Brasil 4.Matriz elétrica I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

DEDICATÓRIAS

À minha família, que com muito amor e apreço puderam proporcionar um ótimo estudo e dedicaram incansáveis horas em meu desenvolvimento profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

À Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pela oportunidade de realização do curso de especialização.

Ao Professor Me. Álvaro Nakano, por suas incansáveis horas a me ajudar na orientação desta monografia.

A todos os professores da minha vida acadêmica, que a partir de inúmeros esforços, puderam desenvolver meu conhecimento.

A Deus pela vida e por todas as oportunidades.

RESUMO

Ano após ano a participação da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica mundial vem aumentando a taxas elevadas, e no Brasil não é diferente. Por tal motivo cada vez mais se tornam necessárias pesquisas em relação ao assunto, desenvolvendo o conhecimento local e aprimorando fontes de dados às novas empresas.

Este projeto visa disponibilizar, aos possíveis interessados ou investidores nesta tecnologia, um norteamento para as decisões nos investimentos ou nos incentivos ao crescimento do número de sistemas fotovoltaicos em cada capital.

Pensando em gestão pública este projeto pode ser utilizado como base para criação de incentivos locais com enfoque público, trazendo uma visão de potenciais fotovoltaicos não aproveitados.

Utilizou-se como método básico a avaliação de dados solarimétricos, custo de energia e dados sociais de cada uma das capitais brasileiras, e relacionando-os com a densidade local de sistemas fotovoltaicos instalados. A finalidade foi averiguar quais destas variáveis poderiam ter uma maior influência no crescimento da tecnologia fotovoltaica em termos de sistemas instalados.

A partir destas análises foram encontradas diversas relações entre as características socioeconômicas dos locais e seus respectivos volumes de instalações fotovoltaicas, sugerindo, desta forma, o perfil de população que apresenta uma maior aceitação da tecnologia fotovoltaica, podendo ser um fator essencial para o seu crescimento local. Como resultado principal, chegou-se a conclusão que a maior participação percentual das classes A e B na população pode ter sido um fator relevante para favorecer o crescimento de sistemas fotovoltaicos no local.

Palavras chave: energia solar fotovoltaica, sistemas fotovoltaicos, potenciais fotovoltaicos, dados sociais, capitais brasileiras.

ABSTRACT

Year after year the participation of solar photovoltaic energy in the worldwide electrical matrix has been increasing at high rates, and in Brazil that is not different. For such a reason, researches about this subject are more and more required, resulting in a site's knowledge development and enhancing database's sources to new companies.

This Project aims on providing, to investors or those who are interested in this technology, guidance on decisions regarding investments or incentives to the growing number of photovoltaic systems in each capital.

Concerning the public administration, this project can be used as a basis for the creation of local incentives with a public approach, bringing a vision of non-used photovoltaic potentials.

As basic method, the evaluation of solarimetrics data, energy cost and social data of each Brazilian capital were used, relating them to the site's density of installed photovoltaic systems. The goal was to verify which variables could have a bigger influence on photovoltaic technology growth, in terms of installed systems.

From these analyses, several relations between the site's socioeconomical characteristics and their volumes of photovoltaic installations were found, suggesting, thus, the population's profile which presents higher acceptance of photovoltaic technology, this being a vital factor for its in-site growth.

As main result, it is concluded that the higher percentage of participation of social classes A and B in the population may have been a relevant factor in favoring the growth of in-site photovoltaic systems.

Key-words: *photovoltaic solar energy, photovoltaic systems, photovoltaic potentials, social data, Brazilian capitals.*

LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

ABGD: Associação Brasileira de Geração Distribuída
ABSOLAR: Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica
CE: Custo da energia com impostos
CRESESB: Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
GRP: Geração de recursos por potência
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDH: Índice de Desenvolvimento Humano
INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
kWh: Quilowatt-hora
kWp: Quilowatt-pico
NHE: Número de habitantes no Estado
NSFCE: Número de sistemas fotovoltaicos per capta no Estado
NSFE: Número de sistemas fotovoltaicos registrados no Estado
NSH: Números de sistemas fotovoltaicos por habitante
ONS: Operador Nacional do Sistema Elétrico
PEPI: Produção local de energia por potência instalada
PIB: Produto Interno Bruto
SFV: Sistema Fotovoltaico
SIN: Sistema Integrado Nacional
SWERA: Solar And Wind Energy Resorce Assessment

LISTA DE FIGURAS

Figura 6.1: Relação do GRP com a densidade de sistemas, em porcentagem	35
Figura 6.2: Relação do IDH com a densidade de sistemas, em porcentagem.....	36
Figura 6.3: Relação do PIB per capita por capital com a densidade de sistemas, em porcentagem	37
Figura 6.4: Relação do salário médio com a densidade de sistemas, em porcentagem.....	38
Figura 6.5: Relação entre o IDEB- anos iniciais do ensino fundamental e a densidade de sistemas, em porcentagem	39
Figura 6.6: Relação entre o IDEB- anos finais do ensino fundamental e a densidade de sistemas, em porcentagem	40
Figura 6.7: Relação entre a porcentagem de pessoas na classe A em relação a população total da capital e a densidade de sistemas, em porcentagem.....	41
Figura 6.8: Relação entre a porcentagem de pessoas na classe B em relação a população total da capital e a densidade de sistemas, em porcentagem....	42
Figura 6.9: Relação entre a porcentagem de pessoas da classe A e B em relação a população total da capital e a densidade de sistemas, em porcentagem	43
Figura 6.10: Relação entre a porcentagem de pessoas da classe A e B em relação a população total da capital e a densidade de sistemas, em porcentagem, com exceções das capitais excepcionais.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – IDH (por Estado), nº de habitantes, salário médio e PIB (por capital) .	19
Tabela 5.2 – Nº de habitantes (por Estado), IDEB, IDH e porcentagem da população nas classes A e B (por capital)	21
Tabela 5.3 – Tarifa de energia elétrica em baixa tensão, com impostos, extraída da ANEEL.	23
Tabela 5.4 – Potencial fotovoltaico local: kWh/mês gerado por kWp instalado.....	25
Tabela 5.5 – Densidade de SFV e nº de habitantes (por capital).....	28
Tabela 5.6 – Salário médio, PIB per capita, IDH (por capital) e nº de habitantes (por Estado).....	30
Tabela 5.7 – IDEB e porcentagem da população nas classes A e B (por capital)....	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVO GERAL.....	12
2.1. Objetivos específicos	12
3. METODOLOGIA	13
4. ESTADO DA ARTE.....	14
4.1. Custo da energia em baixa tensão.....	14
4.2. Potencial fotovoltaico local.....	14
4.3. Dados sociais.....	15
4.4. Densidade de sistemas por capital	15
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
5.1. Fonte dos dados	17
5.2. Interação com dados.....	26
6. RESULTADOS	34
7. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos foi possível observar uma escalada na energia solar pelo mundo, revelando um aumento exponencial em diversos países e o início da inserção da tecnologia em outros, como no Brasil. Desta forma, foi possível relacionar a conscientização do poder público relativo à necessidade de inserção desta tecnologia no País, ofertando incentivos e assim possibilitando o desenvolvimento de empresas do ramo. Neste panorama, a viabilidade floresceu, mostrando um futuro promissor.

Por outro lado existe no país uma grande quantidade de concessionárias de energia elétrica, com suas peculiaridades, tendo custos de energia em baixa tensão e impostos diferentes para cada uma destas áreas de concessão. Além disso, no território brasileiro há uma grande variação dos níveis de irradiação solar, por se tratar de um país com dimensões continentais, tornando muito complexas quaisquer comparações entre locais distintos. Considerando os aspectos sociais, de renda per capita e o valor das tarifas locais, esta comparação se torna ainda mais complexa.

Este trabalho busca possibilitar uma comparação direta, colaborando para encontrar relações entre as variáveis sociais e o aumento do número de sistemas em cada uma das capitais brasileiras. Levando-se em conta que após diversas pesquisas não foi possível encontrar dados relacionados a este estudo, pode-se supor que este trabalho será de grande valia aos interessados da área.

Esta forma de expressão de dados e observações poderá ser útil aos investidores e prestadores de serviços, levando aos mesmos uma visão macro do mercado brasileiro no que tange ao potencial solar fotovoltaico, auxiliando nas decisões e no desenvolvimento de projetos, maximizando seus lucros e focalizando seus esforços em função dos locais mais apropriados ao crescimento da tecnologia.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi comparar as densidades de sistemas fotovoltaicos entre as capitais, relacionando-as com dados sociais e econômicos locais, a fim de encontrar a relação que mais se aproxima do estímulo ao crescimento da tecnologia.

2.1. Objetivos específicos

Antes de dar início ao trabalho foi necessário realizar diversos estudos sobre o funcionamento e o mercado, para desta forma obter um entendimento geral sobre os sistemas de geração de energia solar fotovoltaica, como também estudos a respeito dos dados sociais e solarimétricos locais.

Após a aquisição dos dados inerentes ao projeto, foram criados bancos de dados das informações, compilando-as e comparando-as com a densidade de sistemas, possibilitando a busca de resultados e, assim, tornando possíveis algumas análises e comparações, e chegando a possíveis estímulos ao aumento do número de sistemas fotovoltaicos.

Outro objetivo do projeto foi a análise da influência destas variáveis sociais locais no aumento da quantidade de sistemas, fornecendo dados para uma possível futura análise do comportamento social em relação a esta tecnologia.

Um resultado obtido por força da metodologia aplicada foi a criação de banco de dados sobre variáveis sociais e dados relacionados a sistemas fotovoltaicos, contemplando a produção energética elétrica por potência instalada e tarifa local.

3. METODOLOGIA

Para a realização deste projeto foram realizadas diversas pesquisas a sites e revistas focadas em energia solar fotovoltaica, para assim adquirir uma base sobre o grau de desenvolvimento do mercado no Brasil e no mundo como um todo, observando como estes dados estão sendo expressos de forma geral.

Elaborou-se uma planilha com dados inerentes ao trabalho, passando por estudos de impostos, tarifas, concessionárias, mapas solarimétricos, dados de irradiação, PIB, IDEB, salário médio e porcentagem da população nas classes A e B. A partir dos dados foi calculada uma variável referente à possibilidade de retorno do investimento para cada capital, e feita uma análise sobre as variáveis escolhidas para comparação.

Posteriormente foi calculada a densidade de sistemas fotovoltaicos por habitante em cada capital, dado que serviu de referência para as comparações.

Após esta etapa, foram criados diversos gráficos comparativos, com o interesse de visualizar a correlação de cada variável com a densidade de sistemas, desta forma, surgindo variáveis possivelmente correlacionadas.

Para finalizar, foi avaliado o resultado de cada uma das relações, levando em conta alguns conhecimentos obtidos nos estudos preliminares.

4. ESTADO DA ARTE

Com o objetivo de oferecer uma visão da dificuldade existente no mercado com relação à busca de dados relacionados a sistemas fotovoltaicos, densidade de sistemas, dados sociais e relações entre as mesmas, são mostrados nos capítulos, a seguir, algumas das principais bases destas informações.

4.1. Custo da energia em baixa tensão

Para adquirir dados relevantes sobre o custo da energia elétrica, foi necessária uma ampla busca no site da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), uma agência reguladora no Brasil que fornece dados sobre o mercado e o Sistema Integrado Nacional (SIN).

A partir deste site foi possível acessar dados das tarifas em baixa tensão para diferentes concessionárias de energia elétrica, porém sem os impostos locais, sendo necessária nova busca em outra parte do mesmo site.

Com tais dados e aplicando a correta forma de calcular impostos, foi possível obter os valores finais para a energia elétrica em baixa tensão nas capitais brasileiras.

4.2. Potencial fotovoltaico local

O objetivo desta etapa foi encontrar dados referentes à produção de energia elétrica em cada capital, gerada a partir de um tipo básico de sistema fotovoltaico: com as mesmas características e potência instalada semelhante. Algumas dificuldades encontradas, pois além de dados sobre a irradiância solar, seria também necessário avaliar os dados de temperatura local, pois estas variáveis também influenciam na produção energética.

Fontes de dados como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB), são nacionais e fornecem dados interessantes com altas precisões. Já a fonte de

dados *Solar And Wind Energy Resorce Assessment (SWERA)*, americana, fornece informações mais diretas e simplificadas, como a própria produção média de energia no ano, por potência instalada de sistema fotovoltaico na coordenada geográfica das capitais nacionais, tendo desta forma menor chance de erro. Sendo assim, foi adotado como fonte de dados deste trabalho, fornecendo a base utilizada para a comparação entre as capitais.

4.3. Dados sociais

Para a elaboração deste trabalho foram necessárias buscas por dados sociais, os quais foram avaliados na intenção de chegar ao resultado específico do projeto.

Tais dados sociais puderam ser encontrados de forma concisa no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Acessando o mesmo, foi possível encontrar dados gerais para cada capital ou Estado, chegando a informações relevantes como número de habitantes, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Produto Interno Bruto (PIB), Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), porcentagem da população nas classes A e B e salário médio local.

A partir da compilação e aplicação destes dados foi possível uma avaliação da relevância dos mesmos em relação ao número de sistemas fotovoltaicos locais, validando ou não uma possível influência no aumento do número da densidade de sistemas em cada capital.

4.4. Densidades de sistemas por capital

Para cumprir a meta desta etapa, foi necessário encontrar as melhores fontes de dados e as mais atualizadas. Por este motivo, foi utilizado o site da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), da Associação Brasileira de Geração Distribuída (ABGD) e, para o número de habitantes por estado, encontramos de forma confiável o site do IBGE.

Neste trabalho foram utilizadas as informações sobre o número de sistemas fotovoltaicos por Estado, já que aquelas relativas às capitais não estavam expressas de forma confiável. Assim, a densidade de sistemas por Estado foi adotada como base refletida à respectiva capital, mitigando erros provenientes de dados não contemplados no projeto, como grau de edificação, sombreamento por prédios e poluição local.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A partir da coleta de dados para cada capital brasileira como produção média anual de energia elétrica por potência instalada de energia solar fotovoltaica, tarifa de energia elétrica em baixa tensão, seus respectivos impostos, IDH, PIB, número de habitantes, IDEB, salário médio local, porcentagem da população nas classes A e B, foram efetuadas algumas interações entre eles, para compor indicadores comparáveis.

Estas interações estão descritas nas seções a seguir.

5.1. Fonte de dados

Nesta etapa foi efetuada uma pesquisa, em diversos sites, em busca de informações com maior precisão e confiabilidade, como IBGE, INPE, ONS, ABGD e ANEEL e Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR).

Os seguintes dados sociais foram avaliados:

IDH (Índice de Desenvolvimento Humano): aborda a qualidade de vida das pessoas em cada local e grau de desenvolvimento econômico;

PIB (Produto Interno Bruto): mostra o quanto, em valores monetários, se produziu em determinado local;

IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) de anos finais do ensino fundamental, IDEB de anos iniciais do ensino fundamental: dados sobre a educação, fornecendo uma nota referente à avaliação dos alunos da educação básica;

Porcentagem de habitantes na classe A e B: porcentagem da população que tem maiores rendas familiares, e desta forma maiores recursos para investir em energia solar;

Número de sistemas fotovoltaicos instalados e número de habitantes por Estado;

Número de habitantes e salário médio local, que faz referência a que nível está a média de salários locais.

Estes dados foram obtidos da base de dados do IBGE, conforme a Tabela 5.1 e a Tabela 5.2.

Tabela 5.1 – IDH (por Estado), nº de habitantes, salário médio e PIB (por capital).

Capitais	IDH (por Estado)	Nº de habitantes (por capital)	Salário médio (por capital) (R\$)	PIB per capita (por capital) (R\$)
Macapá	0,646	493.634	R\$ 3.052,80	R\$ 19.915,89
Rio Branco	0,66	401.155	R\$ 2.957,40	R\$ 22.308,66
Porto Velho	0,731	519.531	R\$ 3.148,20	R\$ 27.741,10
Boa Vista	0,699	375.374	R\$ 3.243,60	R\$ 23.570,22
Cuiabá	0,783	607.153	R\$ 3.625,20	R\$ 36.556,40
Manaus	0,69	2.145.444	R\$ 2.862,00	R\$ 32.592,34
Aracaju	0,746	648.939	R\$ 2.766,60	R\$ 24.769,38
São Luís	0,749	1.094.667	R\$ 2.957,40	R\$ 24.986,18
João Pessoa	0,639	800.323	R\$ 2.480,40	R\$ 23.169,14
Recife	0,735	1.637.834	R\$ 2.957,40	R\$ 29.701,32
Vitória	0,673	358.267	R\$ 3.816,00	R\$ 64.744,84
Belém	0,665	1.485.732	R\$ 3.339,00	R\$ 20.340,21
Natal	0,684	877.640	R\$ 2.862,00	R\$ 24.029,17
Brasília	0,631	2.974.703	R\$ 5.056,20	R\$ 73.971,05
Florianópolis	0,761	492.977	R\$ 4.483,80	R\$ 39.678,10
Maceió	0,708	1.012.382	R\$ 2.575,80	R\$ 20.400,62
Campo Grande	0,74	885.711	R\$ 3.243,60	R\$ 28.417,05
Salvador	0,658	2.857.329	R\$ 3.243,60	R\$ 19.812,07
Goiânia	0,674	1.495.705	R\$ 3.052,80	R\$ 32.594,32
Palmas	0,663	291.855	R\$ 3.625,20	R\$ 27.135,06
Rio de Janeiro	0,774	6.688.927	R\$ 3.911,40	R\$ 49.527,98
Fortaleza	0,824	2.643.247	R\$ 2.575,80	R\$ 22.092,58
Porto Alegre	0,682	1.479.101	R\$ 3.911,40	R\$ 46.122,79
Teresina	0,707	861.442	R\$ 2.671,20	R\$ 20.879,75
Curitiba	0,725	1.917.185	R\$ 3.720,60	R\$ 44.624,31
São Paulo	0,646	12.176.866	R\$ 4.006,80	R\$ 54.357,81
Belo Horizonte	0,729	2.501.576	R\$ 3.339,00	R\$ 34.910,13

Fonte: IBGE 2018

Na Tabela 5.1 foi possível observar que as capitais São Paulo, Florianópolis e Brasília têm os melhores salários médios, assim tendo maior poder aquisitivo médio para adquirir sistemas fotovoltaicos.

Já os maiores valores de PIB per capita estão em São Paulo, Vitória e Brasília, disponibilizando maiores pátios fabris e maiores recursos nas empresas para utilização de energia renovável.

Dados sociais como IDEB e porcentagem da população nas classes sociais A e B estão expressos na tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Nº de habitantes (por Estado), IDEB, IDH e porcentagem da população nas classes A e B (por capital).

Capitais	IDH (por capital)	Nº de habitan- tes (por Estado)	IDEB- anos iniciais do ensino fundamental (por capital)	IDEB- anos finais do ensino fundamental (por capital)	Porcentagem de habitantes na classe A (por capital)	Porcentagem de habitantes na classe B (por capital)
Macapá	0,733	8.366.628	4,4	3,5	9%	7%
Rio Branco	0,727	15.344.447	5,8	4,5	7%	6%
Porto Velho	0,736	21.119.536	4,9	3,7	9%	8%
Boa Vista	0,752	1.550.194	5,5	3,8	9%	7%
Cuiabá	0,785	45.094.866	5,4	4,3	13%	9%
Manaus	0,737	1.805.788	5,5	4,4	7%	5%
Aracaju	0,77	11.322.895	4,3	3,1	13%	8%
São Luís	0,768	11.320.892	4,6	4	8%	6%
João Pessoa	0,763	7.000.229	4,6	3,7	11%	7%
Recife	0,772	6.778.772	4,6	3,9	14%	7%
Vitória	0,845	9.473.266	5,6	4,1	27%	12%
Belém	0,746	2.288.116	4,4	3,3	9%	6%
Natal	0,763	3.507.003	4,6	3,2	11%	7%
Brasília	0,824	3.375.823	5,6	4	24%	10%
Florianópolis	0,847	16.718.956	5,7	4,6	28%	14%
Maceió	0,721	797.722	4,3	3	9%	6%
Campo Grande	0,784	4.016.356	5,4	4,8	11%	8%
Salvador	0,759	4.025.558	4,7	3,1	11%	6%
Goiânia	0,799	4.063.614	5,7	4,9	15%	10%
Palmas	0,788	829.619	6	4,7	13%	9%
Rio de Janeiro	0,799	7.001.161	5,6	4,4	19%	10%
Fortaleza	0,754	3.039.444	5,4	4,2	9%	6%
Porto Alegre	0,805	9.020.460	4,8	3,6	25%	12%
Teresina	0,751	522.636	5,9	4,6	8%	5%
Curitiba	0,823	3.344.544	6,3	4,6	20%	13%
São Paulo	0,805	3.219.257	6,1	4,3	18%	13%
Belo Horizonte	0,81	2.713.147	6,2	4,4	19%	10%

Fonte: IBGE 2018

Na tabela 5.2 pode-se observar que capitais como Florianópolis, Brasília e Vitória possuem IDH elevado, sendo um dado utilizado no intuito de vincular o nível social com maior número de sistemas. Já na questão da classe social é possível observar o destaque para Florianópolis, Vitória e Curitiba, sendo esperado que com a maior participação percentual da população em classes sociais elevadas, possibilite a expansão do número de sistemas fotovoltaicos em função de seu maior poder aquisitivo.

Nos quesitos de IDEB – anos iniciais do ensino fundamental as capitais que mais se destacam são São Paulo, Curitiba e Belo Horizonte, já em IDEB – anos finais do ensino fundamental se destaca Goiânia, Campo Grande e Palmas, dado utilizado para relacionar pessoas com maiores instruções capazes de entender a tecnologia solar como uma solução para suas residências e comércios.

Sobre a porcentagem de habitantes na classe A: as capitais com maior participação percentual desta classe na população são Florianópolis, Vitória e Porto Alegre. Os locais com maior percentual de classe B são Florianópolis, Vitória e Curitiba. Estende-se que estas classes possuem uma maior capacidade financeira para adquirir sistemas de geração de energia própria.

Dados referentes ao custo da energia em baixa tensão foram obtidos da ANEEL, conforme pode ser observado na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Tarifa de energia elétrica em baixa tensão, com impostos, extraída da ANEEL.

Capitais	Tarifa com impostos
Macapá	R\$ 0,65
Rio Branco	R\$ 0,74
Porto Velho	R\$ 0,64
Boa Vista	R\$ 0,59
Cuiabá	R\$ 0,85
Manaus	R\$ 0,88
Aracaju	R\$ 0,77
São Luís	R\$ 0,84
João Pessoa	R\$ 0,74
Recife	R\$ 0,76
Vitória	R\$ 0,70
Belém	R\$ 0,87
Natal	R\$ 0,72
Brasília	R\$ 0,70
Florianópolis	R\$ 0,67
Maceió	R\$ 0,75
Campo Grande	R\$ 0,79
Salvador	R\$ 0,77
Goiânia	R\$ 0,75
Palmas	R\$ 0,80
Rio de Janeiro	R\$ 0,90
Fortaleza	R\$ 0,73
Porto Alegre	R\$ 0,73
Teresina	R\$ 0,80
Curitiba	R\$ 0,68
São Paulo	R\$ 0,61
Belo Horizonte	R\$ 0,77

Fonte: ANEEL 2018

Na Tabela 5.3 é possível observar uma alta discrepância dos valores de tarifas entre as capitais, apresentando locais onde aparentemente é mais viável a instalação de sistemas fotovoltaicos, sem considerar o seu potencial solar. Nota-se que nesta condição prevalecem as capitais ao norte do País.

As informações sobre a relação entre a produção média de energia elétrica e a potência do sistema fotovoltaico instalado, foram obtidas do site da *SWERA*, conforme dispostas na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Potencial fotovoltaico local: kWh/mês gerado por kWp instalado.

Capitais	Produção média de energia
Macapá	126,1
Rio Branco	113,8
Porto Velho	113,7
Boa Vista	121,3
Cuiabá	122,2
Manaus	116,3
Aracaju	132,6
São Luís	120,2
João Pessoa	131,1
Recife	129,9
Vitória	119,9
Belém	123,6
Natal	134,3
Brasília	132,0
Florianópolis	107,6
Maceió	131,0
Campo Grande	126,1
Salvador	125,2
Goiânia	131,8
Palmas	125,3
Rio de Janeiro	114,5
Fortaleza	135,4
Porto Alegre	113,5
Teresina	130,8
Curitiba	109,8
São Paulo	113,3
Belo Horizonte	128,4

Fonte: SWERA 2018

A Tabela 5.4 mostra que a maioria dos locais com maiores produções de energia elétrica por potência instalada está localizada no nordeste e norte do País, com isso atingindo maiores taxas de retorno dos investimentos em energia solar em relação às demais regiões.

5.2. Interações dos dados

Na intenção de transformar dados técnicos em dados mais objetivos e específicos (comparáveis), foram feitas algumas alterações e cálculos.

Dados sociais foram utilizados para relacionar os Estados. No entanto, foi necessário colocá-los em uma mesma referência para efeito de comparação, adotando, desta maneira, dados na forma per capita (por habitante).

Dados como IDH, números de habitantes, número de sistemas, salário médio, IDEB, PIB, porcentagem da população na classe A e classe B, não sofreram mudanças.

Para formalizar a relação do número de sistemas fotovoltaico per capita por capital, utilizou-se o número de sistemas fotovoltaicos de cada Estado dividindo-o ao número de habitantes do mesmo, e, desta forma, tentando mitigar erros, conforme mostra a Equação 5.1:

$$\text{NSFCE} = \text{NSFE} / \text{NHE} \quad (\text{Eq. 5.1})$$

Sendo:

NSFCE= Número de sistemas fotovoltaicos per capita no Estado [nº SFV/hab]

NSFE= Número de sistemas fotovoltaicos registrados no Estado [nº SFV]

NHE= Número de habitantes no Estado [hab]

Por não se encontrar a informação sobre o número de sistemas por capital de forma segura e clara, foi adotado o dado número de sistemas por Estado, desta forma mitigando erros provenientes de dados incorretos e de variáveis não utilizadas neste trabalho.

Resultado desta relação, o indicador “Densidade de SFV” (por capital) proporciona a realização de uma classificação das capitais, em ordem crescente, sendo possível observar a densidade de sistemas e a quantidade de habitantes em cada capital conforme mostrado na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Densidade de SFV e nº de habitantes (por capital).

Estado	Capital	Densidade de sistema (Nº de sistemas por um milhão de habitantes)	Nº de habitantes (por capital)
Amapá- AP	Macapá	1,0757	493.634
Acre- AC	Rio Branco	1,23823	401.155
Rondônia- RO	Porto Velho	2,55687	519.531
Roraima- RR	Boa Vista	5,80572	375.374
Mato Grosso- MT	Cuiabá	11,6865	607.153
Amazonas- AM	Manaus	13,2906	2.145.444
Sergipe- SE	Aracajú	14,7489	648.939
Maranhão- MA	São Luís	27,2947	1.094.667
Paraíba- PB	João Pessoa	42,9986	800.323
Pernambuco- PE	Recife	66,5312	1.637.834
Espírito Santo- ES	Vitória	75,1589	358.267
Pará- PA	Belém	88,7193	1.485.732
Rio Grande Do Norte- RN	Natal	109,495	877.640
Distrito Federal- DF	Brasília	118,49	2.974.703
Santa Catarina- SC	Florianópolis	133,74	492.977
Alagoas- AL	Maceió	137,893	1.012.382
Mato Grosso do Sul- MS	Campo Grande	143,663	885.711
Bahia- BA	Salvador	144,576	2.857.329
Goiás- GO	Goiânia	149,374	1.495.705
Tocantins- TO	Palmas	171,163	291.855
Rio de Janeiro- RJ	Rio de Janeiro	280,811	6.688.927
Ceará- CE	Fortaleza	306,964	2.643.247
Rio Grande do Sul- RS	Porto Alegre	347,876	1.479.101
Piauí- PI	Teresina	403,723	861.442
Paraná- PR	Curitiba	509,188	1.917.185
São Paulo- SP	São Paulo	1584,21	12.176.866
Minas Gerais- MG	Belo Horizonte	2070,65	2.501.576

FONTE: Adaptado do IBGE e ANEEL 2018

A Tabela 5.5 mostra dados da densidade, podendo servir como base para a comparação entre capitais.

A Tabela 5.6 traz dados de relevância para o projeto, relacionando diferentes variáveis e as colocando na ordem crescente da densidade de sistemas por capital.

Tabela 5.6- Salário médio, PIB per capita, IDH (por capital) e nº de habitantes (por Estado).

Estado	Capital	Salário médio (por capital)	PIB per capita (por capital)	IDH (por capital)	Nº de habitantes (por Estado)
Amapá- AP	Macapá	R\$ 3.052,80	19.915,89	0,733	8.366.628
Acre- AC	Rio Branco	R\$ 2.957,40	22.308,66	0,727	15.344.447
Rondônia- RO	Porto Velho	R\$ 3.148,20	27.741,1	0,736	21.119.536
Roraima- RR	Boa Vista	R\$ 3.243,60	23.570,22	0,752	1.550.194
Mato Grosso- MT	Cuiabá	R\$ 3.625,20	36.556,4	0,785	45.094.866
Amazonas- AM	Manaus	R\$ 2.862,00	32.592,34	0,737	1.805.788
Sergipe- SE	Aracajú	R\$ 2.766,60	24.769,38	0,77	11.322.895
Maranhão- MA	São Luís	R\$ 2.957,40	24.986,18	0,768	11.320.892
Paraíba- PB	João Pessoa	R\$ 2.480,40	23.169,14	0,763	7.000.229
Pernambuco- PE	Recife	R\$ 2.957,40	29.701,32	0,772	6.778.772
Espírito Santo- ES	Vitória	R\$ 3.816,00	64.744,84	0,845	9.473.266
Pará- PA	Belém	R\$ 3.339,00	20.340,21	0,746	2.288.116
Rio Grande Do Norte- RN	Natal	R\$ 2.862,00	24.029,17	0,763	3.507.003
Distrito Federal- DF	Brasília	R\$ 5.056,20	73.971,05	0,824	3.375.823
Santa Catarina- SC	Florianópolis	R\$ 4.483,80	39.678,1	0,847	16.718.956
Alagoas- AL	Maceió	R\$ 2.575,80	20.400,62	0,721	797.722
Mato Grosso do Sul- MS	Campo Grande	R\$ 3.243,60	28.417,05	0,784	4.016.356
Bahia- BA	Salvador	R\$ 3.243,60	19.812,07	0,759	4.025.558
Goiás- GO	Goiânia	R\$ 3.052,80	32.594,32	0,799	4.063.614
Tocantins- TO	Palmas	R\$ 3.625,20	27.135,06	0,788	829.619
Rio de Janeiro- RJ	Rio de Janeiro	R\$ 3.911,40	49.527,98	0,799	7.001.161
Ceará- CE	Fortaleza	R\$ 2.575,80	22.092,58	0,754	3.039.444
Rio Grande do Sul- RS	Porto Alegre	R\$ 3.911,40	46.122,79	0,805	9.020.460
Piauí- PI	Teresina	R\$ 2.671,20	20.879,75	0,751	522.636
Paraná- PR	Curitiba	R\$ 3.720,60	44.624,32	0,823	3.344.544
São Paulo- SP	São Paulo	R\$ 4.006,80	54.357,81	0,805	3.219.257
Minas Gerais- MG	Belo Horizonte	R\$ 3.339,00	34.910,13	0,81	2.713.147

Fonte: Adaptado do IBGE 2018

A Tabela 5.6 mostra alguns dados, como o salário médio, PIB per capita e IDH, todos por capital, e o número de habitantes por Estado, sendo dados necessários para o projeto. Estes são dados sociais, que representam a sociedade de forma geral, mostrando aquelas mais desenvolvidas em termos de IDH e outras com maior produção de recursos, podendo ser relacionadas ou não ao aumento do número de sistemas fotovoltaicos.

Na Tabela 5.7 são apresentados dados de IDEB (anos iniciais e finais do ensino fundamental), os quais foram colocados sem modificações, e informações sobre a participação percentual da classe A e B na população, que foram colocados separadamente e somados na mesma variável.

Tabela 5.7 – IDEB e porcentagem da população nas classes A e B (por capital).

Capital	Classe A (por capital)	Classe B (por capital)	Classe A + Classe B (por capital)	IDEB- anos iniciais do ensino fundamental (por capital)	IDEB- anos finais do ensino fundamental (por capital)
Macapá	8,58%	6,96%	15,54%	4,4	3,5
Rio Branco	7,43%	6,10%	13,53%	5,8	4,5
Porto Velho	9,29%	7,96%	17,25%	4,9	3,7
Boa Vista	8,98%	6,87%	15,85%	5,5	3,8
Cuiabá	12,99%	8,95%	21,94%	5,4	4,3
Manaus	7,13%	5,39%	12,52%	5,5	4,4
Aracajú	13,24%	8,13%	21,37%	4,3	3,1
São Luís	8,09%	5,57%	13,66%	4,6	4
João Pessoa	11,45%	6,95%	18,40%	4,6	3,7
Recife	13,62%	6,75%	20,37%	4,6	3,9
Vitória	26,92%	12,30%	39,22%	5,6	4,1
Belém	9,32%	6,02%	15,34%	4,4	3,3
Natal	11,28%	6,58%	17,86%	4,6	3,2
Brasília	24,25%	9,63%	33,88%	5,6	4
Florianópolis	27,66%	13,95%	41,61%	5,7	4,6
Maceió	8,62%	5,70%	14,32%	4,3	3
Campo Grande	11,30%	8,31%	19,61%	5,4	4,8
Salvador	10,67%	6,35%	17,02%	4,7	3,1
Goiânia	15,03%	9,80%	24,83%	5,7	4,9
Palmas	13,06%	8,96%	22,02%	6	4,7
Rio de Janeiro	19,23%	9,62%	28,85%	5,6	4,4
Fortaleza	9,10%	5,63%	14,73%	5,4	4,2
Porto Alegre	25,26%	12,49%	37,75%	4,8	3,6
Teresina	7,66%	5,36%	13,02%	5,9	4,6
Curitiba	20,34%	12,65%	32,99%	6,3	4,6
São Paulo	17,71%	13,00%	30,71%	6,1	4,3
Belo Horizonte	19,48%	10,20%	29,68%	6,2	4,4

Fonte: Adaptado do IBGE 2018

A Tabela 5.7 representa os dados do IDEB e as classes sociais, contendo informações sobre a porcentagem da população nas classes sociais A e B em cada uma das capitais, podemos perceber uma correlação da porcentagem da população nas classes A e B e as notas do IDEB.

Dados sobre o IDEB foram utilizados no intuito de relacionar o nível de aprendizado local com a preocupação com o meio ambiente ou a compreensão de novas tecnologias e investimentos de longo prazo. Os dados de percentual da população nas classes A e B foram utilizados para indicar um maior poder aquisitivo da população como fator de crescimento da tecnologia solar local.

6. RESULTADOS

Nesta etapa foi possível avaliar as interações entre os dados coletados e a densidade de sistemas, no intuito de encontrar quais destas variáveis podem ter uma maior relação com o aumento de sistemas fotovoltaicos.

Uma das variáveis mais interessantes do estudo foi a Geração de Recursos por Potência (GRP), que significa de forma simplificada, quanto em reais são gerados por mês em um sistema fotovoltaico básico de 1 quilowatt pico conectado ao sistema em baixa tensão sem tarifação especial, ou seja, quanto um mesmo sistema, com características e potência idênticas, gera de recursos monetários em cada capital, expressa pela Equação 6.1.

$$\text{GRP} = \text{CE} * \text{PEPI} \quad (\text{Eq. 6.1})$$

Sendo:

GRP = Geração de recursos por potência [R\$/kWp]

CE = Custo da energia com impostos [R\$/kWh]

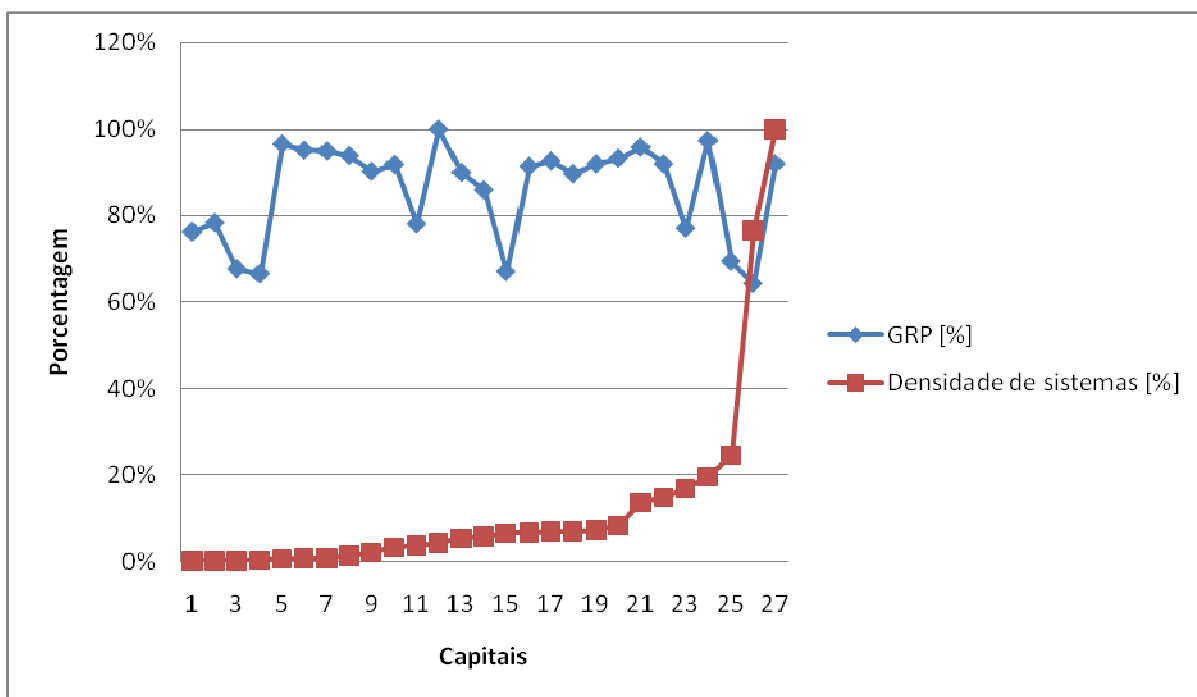
PEPI = Produção local de energia por potência instalada [kWh/kWp]

Com o objetivo de realizar análises com eficácia, foram adotados como base de comparação os números de sistemas fotovoltaicos por habitante (NSH), desta forma, podendo relacionar diferentes variáveis em relação a este mesmo dado, chegando a quais dados sociais podem ter maior relação com o número de sistemas de cada capital.

Para deixar os gráficos mais claros e objetivos, foi utilizada a estratégia de dividir todos os itens de uma coluna pelo maior valor entre os mesmos, desta forma transformando todos os números em porcentagem em relação ao maior deles, facilitando a visualização comparativa e tornando dados complexos em dados de fácil interpretação (gráfico do tipo pareto relativo).

Com a intenção de comparar a geração de recursos por potência com a densidade de sistemas, foi criada a Figura 6.1, sendo que todas as capitais estão em ordem crescente de densidade de sistemas.

Figura 6.1 – Relação de GPR com a densidade de sistemas, em porcentagem



Fonte: Próprio autor

Resultando em:

Média das nove capitais com menores densidades de sistemas: 84%

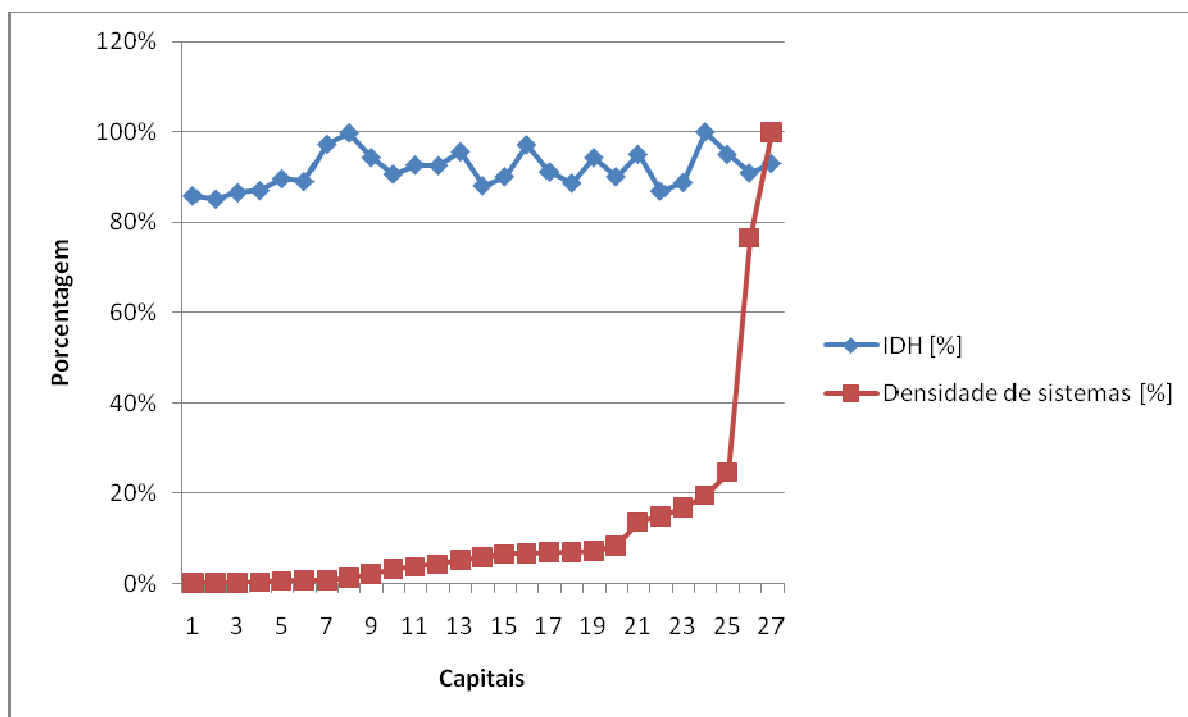
Média das nove capitais com densidades de sistemas intermediárias: 87%

Média das nove capitais com maiores densidades de sistemas: 86%

A Figura 6.1 representa a relação entre o NSH e o GRP, sendo o GRP a variável relacionada ao retorno de investimentos, mostrando uma baixa coesão com a densidade de sistemas, sendo possível supor que mesmo os locais onde se obtêm maiores economias com os sistemas fotovoltaicos não correspondem à maior quantidade de sistemas instalados. Uma surpresa, pois pela lógica, locais com maiores produções de energia por potência e maiores custos de energia tenderiam a apresentar maiores densidades de sistemas.

Na Figura 6.2 é possível visualizar um gráfico de IDH por NSH, que relaciona o fator de qualidade de vida a densidades de sistemas. É esperado que os locais com maiores índices de IDH, que possuem menores problemas sociais e melhores níveis de qualidade de vida, estejam relacionados com maiores densidades de sistemas.

Figura 6.2: Relação de IDH com a densidade de sistemas, em porcentagem



Fonte: Próprio autor

Resultando em:

Média das nove capitais com menores densidades de sistemas: 91%

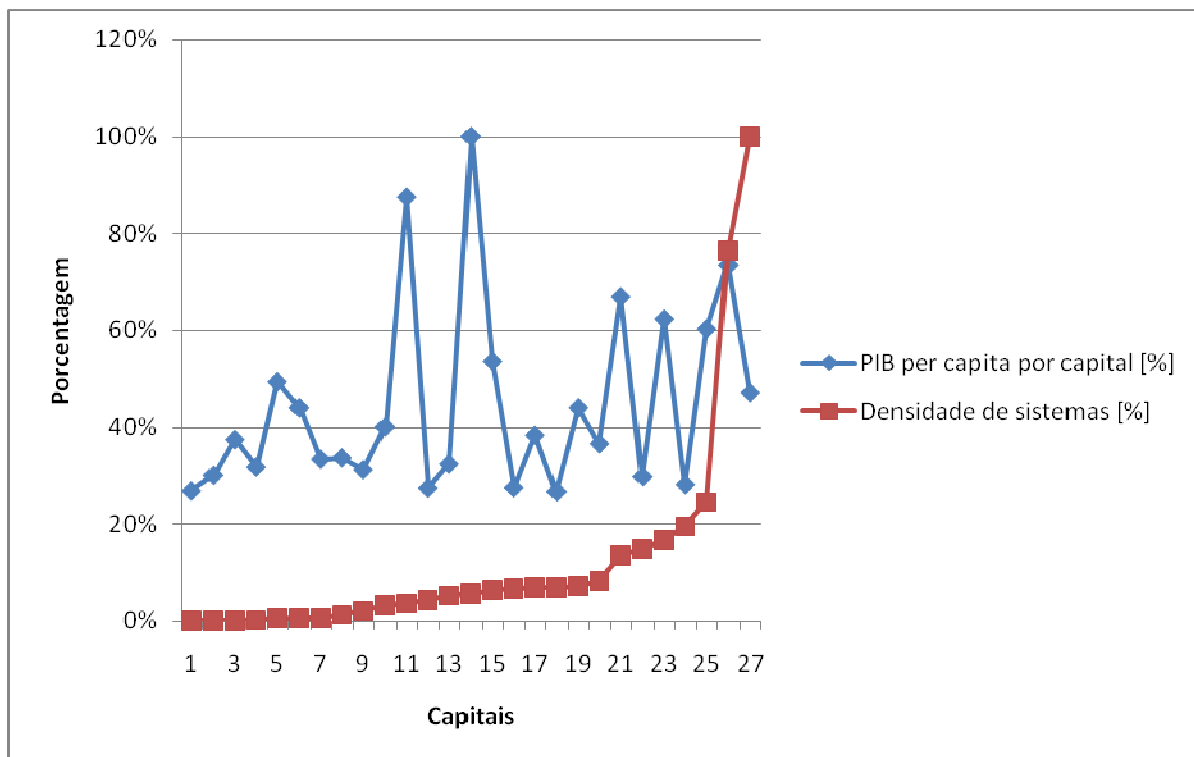
Média das nove capitais com densidades de sistemas intermediárias: 92%

Média das nove capitais com maiores densidades de sistemas: 93%

A relação entre IDH e NSH mostrada na Figura 6.2 não se apresentou em uma relação forte. A expectativa era que capitais com maior IDH, por serem mais desenvolvidas iriam buscar mais soluções em energias renováveis, como a fotovoltaica. Porém esta intenção não se confirmou.

Na Figura 6.3 a intenção foi relacionar o PIB com o NSH, sendo esta comparação utilizada para relacionar a produção de recursos local (circulação de dinheiro) com a quantidade de sistemas fotovoltaicos instalados.

Figura 6.3: Relação do PIB per capita com a densidade de sistemas, em porcentagem



Fonte: Próprio autor

Resultando em:

Média das nove capitais com menores densidades de sistemas: 35%

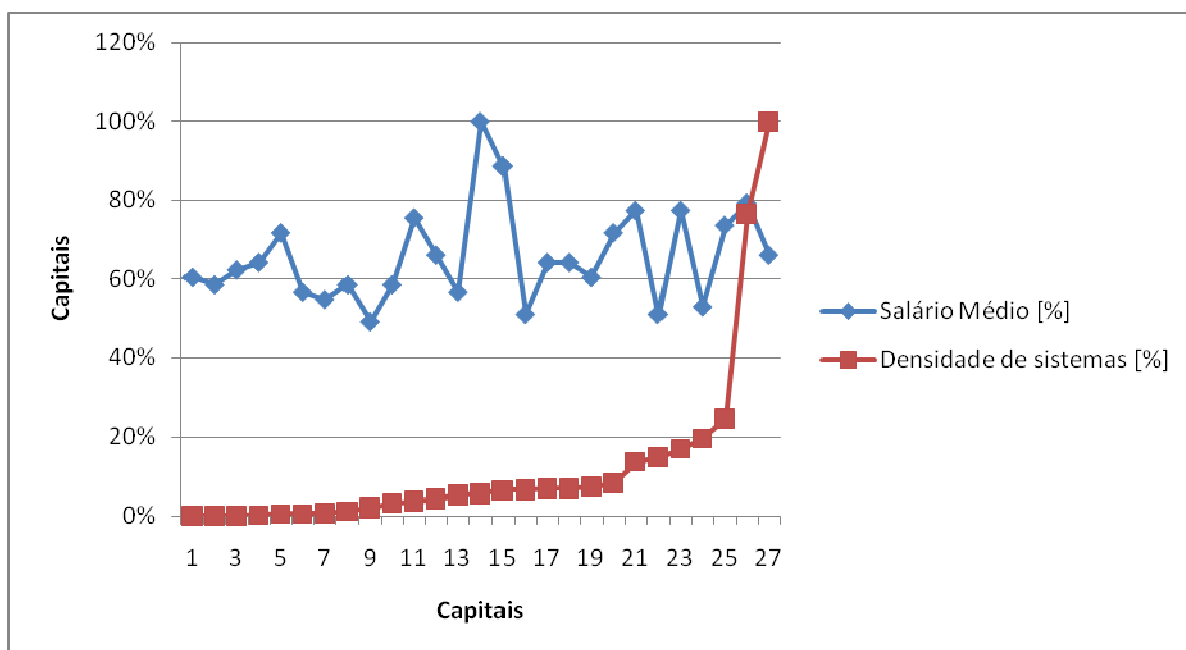
Média das nove capitais com densidades de sistemas intermediárias: 48%

Média das nove capitais com maiores densidades de sistemas: 50%

A relação do PIB per capita por NSH é baixa ou média, mostrando que uma maior produção de recursos local influência em uma maior quantidade de sistemas fotovoltaicos, porem não fortemente.

Buscando relacionar o indicador de salário médio local (recursos da população geral para compra) com a instalação de sistemas fotovoltaicos, foi elaborada a Figura 6.4.

Figura 6.4: Relação de salário médio com a densidade de sistemas, em porcentagem



Fonte: Próprio autor

Resultando em:

Média das nove capitais com menores densidades de sistemas: 60%

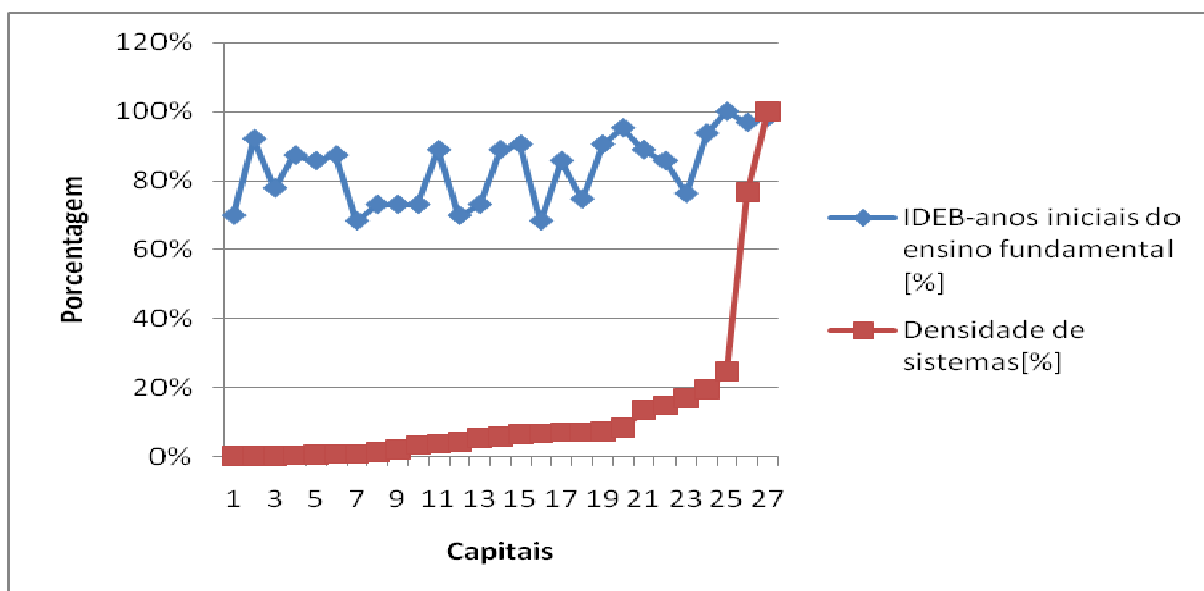
Média das nove capitais com densidades de sistemas intermediárias: 69%

Média das nove capitais com maiores densidades de sistemas: 68%

A relação indicada na Figura 6.4 mostra uma baixa aderência entre o salário médio local e o número de sistemas instalados, supondo que a média do salário local não é tão influenciadora.

A relação entre o nível de educação local com o número de sistemas fotovoltaicos pode ser visualizada na Figura 6.5. A expectativa seria que os locais que apresentassem um maior nível de educação seriam aqueles que teriam maior conscientização e melhor capacidade de aceitação de novas tecnologias e investimentos de longo prazo.

Figura 6.5: Relação entre o IDEB - anos iniciais do ensino fundamental e a densidade de sistemas, em porcentagem



Fonte: Próprio autor

Resultando em:

Média das nove capitais com menores densidades de sistemas: 79%

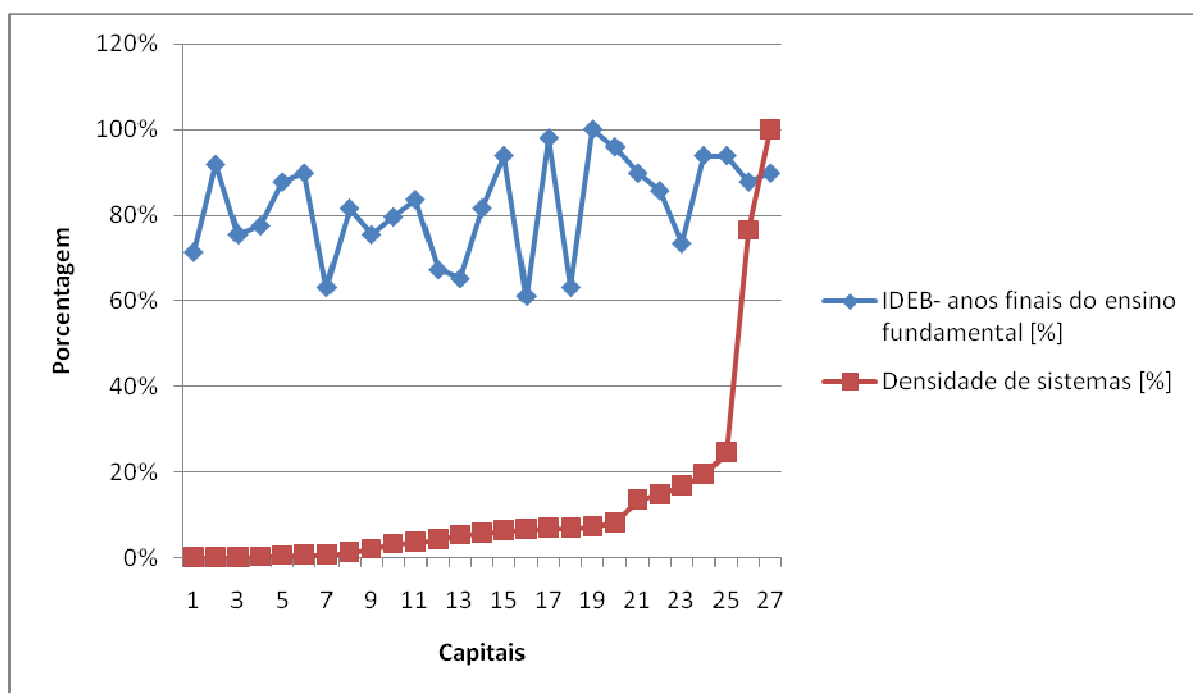
Média das nove capitais com densidades de sistemas intermediárias: 79%

Média das nove capitais com maiores densidades de sistemas: 92%

Pelo gráfico acima, pode-se perceber que existe uma alta relação entre o IDEB - anos iniciais do ensino médio e o NSH. A figura mostra que o maior nível de instrução média no início do ensino fundamental influencia bastante no número de sistemas instalados.

Na intenção de confirmar se o IDEB tem influência no número de sistemas fotovoltaicos foi criado o gráfico da Figura 6.6, para confirmação do mesmo.

Figura 6.6: Relação do IDEB - anos finais do ensino fundamental e a densidade de sistemas, em porcentagem



Fonte: Próprio autor

Resultando em:

Média das nove capitais com menores densidades de sistemas: 79%

Média das nove capitais com densidades de sistemas intermediárias: 77%

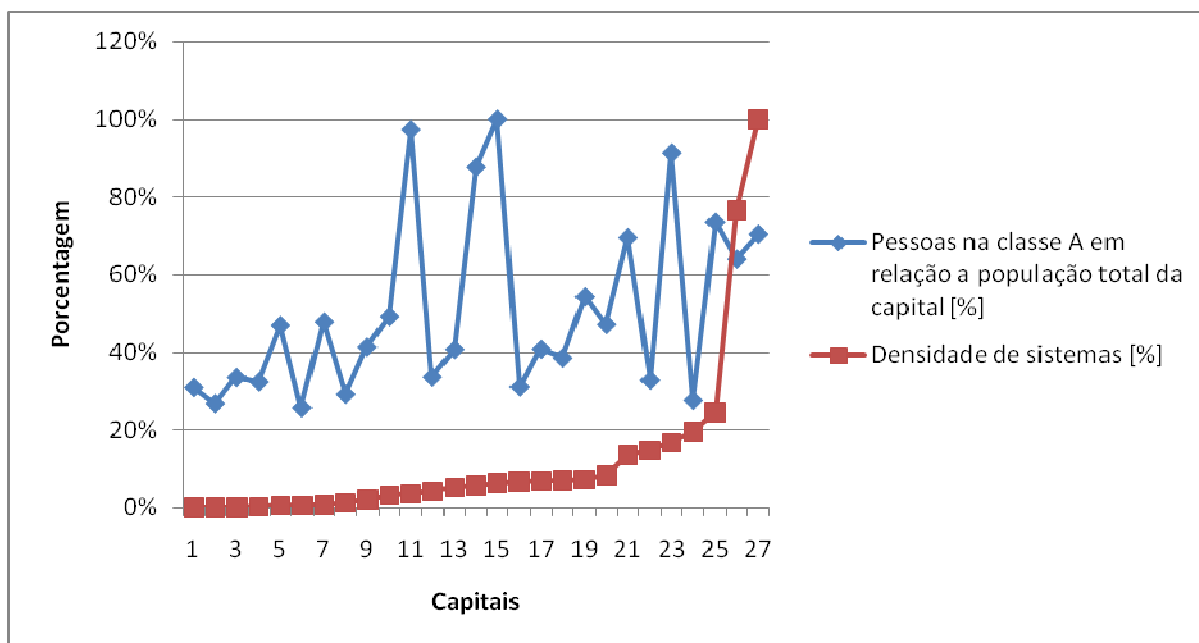
Média das nove capitais com maiores densidades de sistemas: 90%

A Figura 6.6 representa um gráfico semelhante ao da Figura 6.5, mostrando que de fato o IDEB causa grande influência no aumento do número de sistemas.

Após algumas pesquisas sobre o assunto chegou-se a informação de que o IDEB, não leva em conta muitas das escolas particulares.

Analisando os gráficos anteriores, foi possível supor a necessidade de altos recursos empenhados, assim sendo, necessitando da parcela da população pertencente as classes sociais mais altas para propiciar o crescimento de sistemas fotovoltaicos. Para avaliar esta afirmação foi efetuado o gráfico da Figura 6.7.

Figura 6.7: Relação entre a porcentagem de pessoas na classe A em relação



a população total da capital e a densidade de sistemas, em porcentagem

Fonte: Próprio autor

Resultando em:

Média das nove capitais com menores densidades de sistemas: 35%

Média das nove capitais com densidades de sistemas intermediárias: 58%

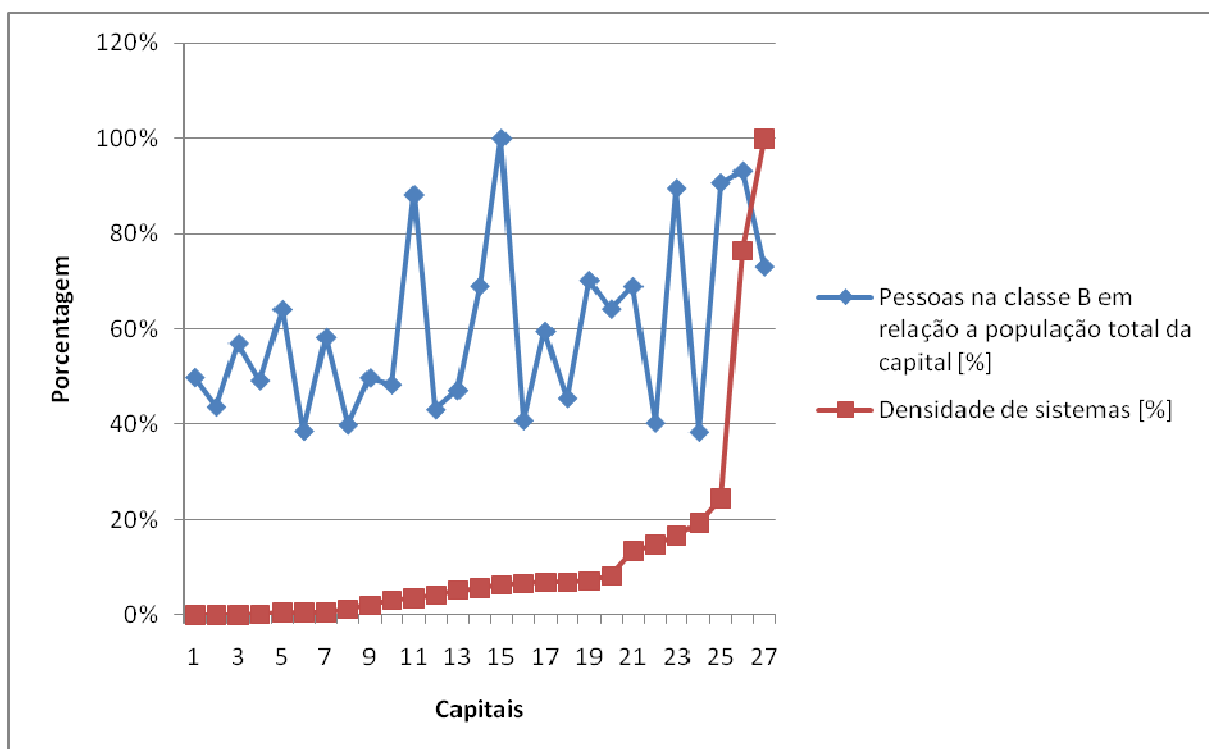
Média das nove capitais com maiores densidades de sistemas: 59%

A Figura 6.7 representa a relação entre pessoas da classe A em porcentagem da população total da capital e o NSH, o gráfico mostra uma forte relação entre os números do NSH e as porcentagens da população na classe A, sendo possível propor que uma grande quantidade de pessoas na classe A implicaria quase que diretamente em um maior número de sistemas instalados.

A partir dos dados promissores advindos da relação da Figura 6.7, foi decidido realizar outras comparações, sendo elas representadas nas Figuras 6.8 e 6.9.

Relacionando a proporção da população pertencente a classe social B de cada capital com a densidade de sistemas instalados, conforme Figura 6.8.

Figura 6.8: Relação entre a percentagem de pessoas na classe B em relação a população total da capital e a densidade de sistemas, em percentagem



Fonte: Próprio autor

Resultando em:

Média das nove capitais com menores densidades de sistemas: 50%

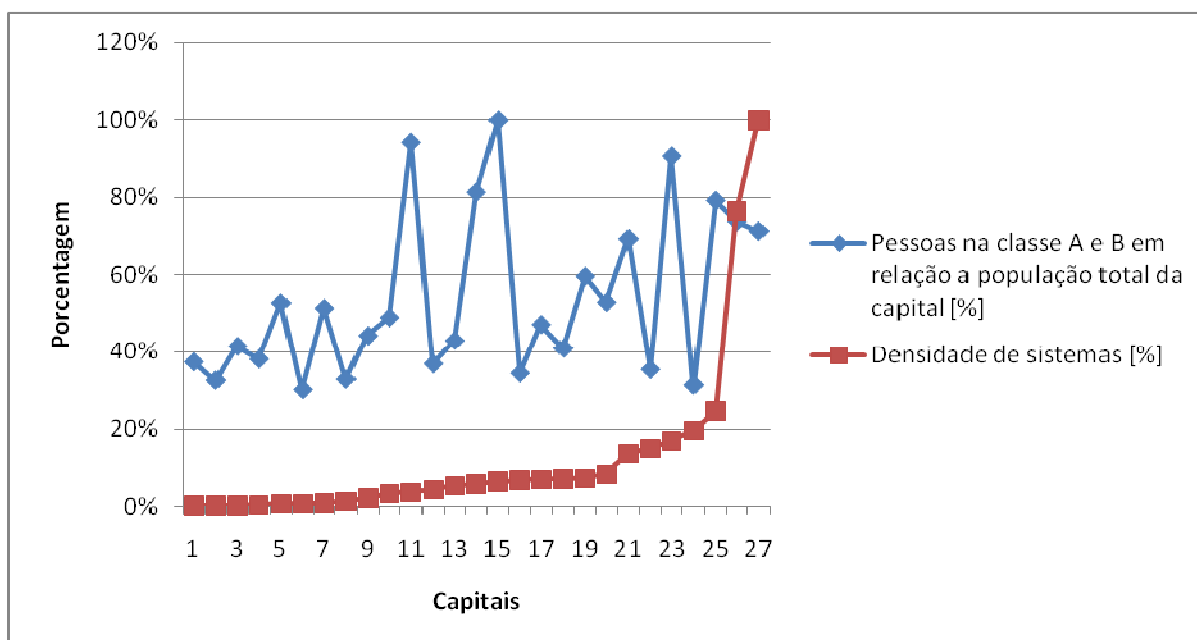
Média das nove capitais com densidades de sistemas intermediárias: 60%

Média das nove capitais com maiores densidades de sistemas: 70%

A partir de análises da relação mostrada na Figura 6.8, é possível avaliar que existe uma elevada relação entre pessoas da classe social B e o NSH, podendo ser explicada pelo fato desta tecnologia necessitar de uma grande quantidade de recursos, existente apenas nas mais elevadas classes sociais.

Como foi possível encontrar grandes relações entre a classe social A e a classe social B, com a densidade de sistemas fotovoltaicos instalados, foi avaliada a relação da classe A mais a classe B, na tentativa de adquirir um resultado mais concreto. Desta forma, criou-se o gráfico da Figura 6.9.

Figura 6.9: Relação entre a porcentagem de pessoas na classe A+B em relação a população total da capital e a densidade de sistemas, em porcentagem



Fonte: Próprio autor

Resultando em:

Média das nove capitais com menores densidades de sistemas: 40%

Média das nove capitais com densidades de sistemas intermediárias: 59%

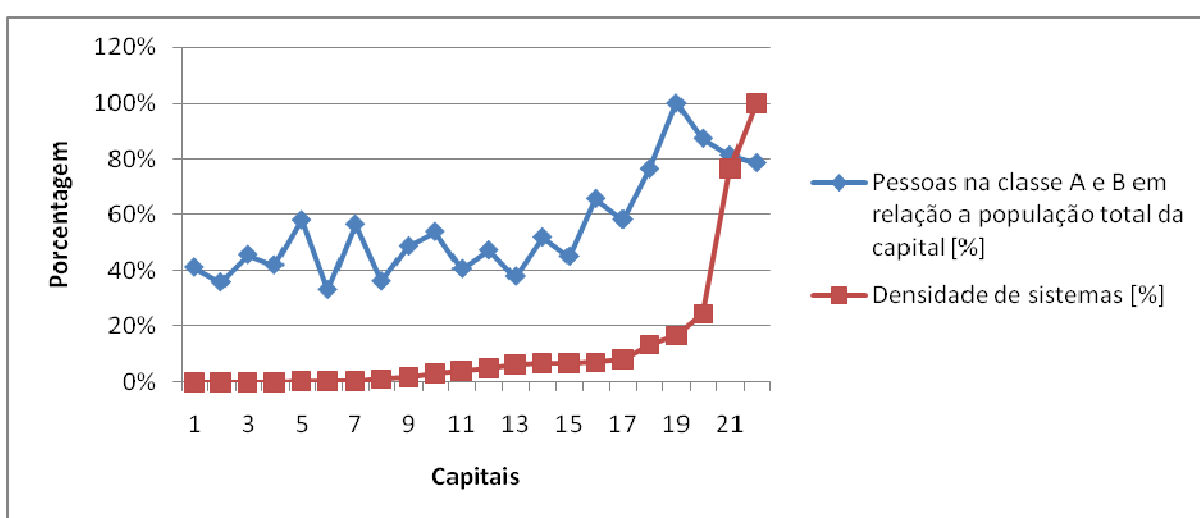
Média das nove capitais com maiores densidades de sistemas: 63%

Analisando o resultado da Figura 6.9, encontrou-se a melhor relação dentre todas as avaliadas no projeto: a relação entre o crescimento da densidade de sistemas fotovoltaicos com a participação percentual das classes A+B na população. Este fato demonstra uma tendência de crescimento da tecnologia fotovoltaica em locais onde há relevante participação percentual das classes A+B na população local.

No gráfico da Figura 6.9 podemos observar que algumas capitais são exceções, tendo bons percentuais da população nas classes A+B, porém baixas densidades de sistemas instalados, como é o caso de Vitória, Brasília e Florianópolis.

Por outro lado, outras capitais como Teresina e Fortaleza têm baixas porcentagens da população nas classes A+B e possuem alta densidade de sistemas. Assim, foi realizada uma nova ponderação desconsiderando estes desvios, conforme é possível observar no gráfico da Figura 6.10.

Figura 6.10: Relação entre a porcentagem de pessoas na classe A+B em relação a população total da capital e a densidade de sistemas, em porcentagem, com exceções das capitais excepcionais



Fonte: Próprio autor

Resultando em:

Média das oito capitais com menores densidades de sistemas: 44%

Média das nove capitais com densidades de sistemas intermediárias: 47%

Média das sete capitais com maiores densidades de sistemas: 78%

A partir do gráfico da Figura 6.10 foi possível observar que sem as exceções o gráfico de torna mais claro, podendo ser observada uma relação direta entre as duas variáveis, mostrando mais claramente a provável dependência das mais altas classes sociais para propiciar o crescimento do número de sistemas fotovoltaicos.

Mesmo com algumas buscas não foi possível encontrar o motivo claro pelo qual Teresina, Fortaleza, Brasília, Florianópolis e Vitória estão fora do padrão de outras capitais. Pode-se supor que Teresina e Fortaleza sofrem influências das

grandes usinas lá localizadas. Por outro lado, Brasília, Florianópolis e Vitória podem ser bons locais para prospecção de clientes, por terem potenciais fotovoltaicos possivelmente não aproveitados.

7. CONCLUSÃO

A partir das análises desenvolvidas neste projeto foi possível relacionar as variáveis com maior probabilidade de influenciar o crescimento do número de sistemas fotovoltaicos local.

Pode-se afirmar que algumas delas, como o IDH, o GRP e o salário médio local, são variáveis que pouco interfere no aumento do número de sistemas fotovoltaicos na região. Por outro lado, o PIB local pode ter uma influência razoável.

Já os dados como participação percentual das classes A e B ou A+B na população local tem uma possível influência, podendo ser bons indicadores na busca de novos locais com potenciais de instalações fotovoltaicas.

Os níveis locais do IDEB podem também ter boa coesão com a densidade de sistemas fotovoltaicos. Porém, pelo fato de não considerar em seu universo uma quantidade relevante de escolas particulares, este indicador foi desconsiderado nesta análise.

Uma das grandes surpresas do projeto foi o resultado relativo ao GRP, um dado relacionado à taxa de retorno de investimento e ao aumento de atratividade. Esta variável, composta pelo custo da energia e produção energética de um sistema fotovoltaico, não apresentou relação com o aumento da densidade de sistemas fotovoltaicos.

Finalmente, as variáveis relacionadas à classe A, classe B e classe A mais B, foram as que apresentaram melhores relações com o crescimento do número de sistemas fotovoltaicos, mostrando, assim, ser um bom indicador na escolha de regiões, na focalização de esforços das empresas e no direcionamento dos investimentos públicos e privados no seguimento da tecnologia fotovoltaica.

Para uma análise mais completa e precisa, seria necessária a continuação deste projeto, no sentido de aprofundar nas pesquisas, avaliar outras variáveis e consolidar as bases de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TRAPP, Guilherme Sperling. Energias Solar no Brasil: Perspectivas, mercado e tecnologias. 2009. Disponível em: <<http://acinh.com.br/download/464/>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Energia Solar/ Atlas: ANEEL. Disponível em: <[// www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-energia_solar(3).pdf)> Acesso em: 10 ago. 2018.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Geração distribuída: ANEEL. Disponível em: <[//www.geracaodistribuida.org/copia-mapa-do-mercado-3/](http://www.geracaodistribuida.org/copia-mapa-do-mercado-3/)> Acesso em: 10 Ago. 2018.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Informações técnicas: ANEEL . Disponível em: <[//www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introducao-1/656827?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Finformacoes-tecnicas%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_CegkWaVJWF5E%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2](http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/geracao-distribuida-introducao-1/656827?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Finformacoes-tecnicas%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_CegkWaVJWF5E%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D2)> Acesso em: 09 Ago. 2018.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL); Tarifas: ANEEL. Disponível em: <[//www.aneel.gov.br/tarifas/](http://www.aneel.gov.br/tarifas/)> Acesso em: 09 Ago. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ABSOLAR). Disponível em: <[//absolar.org.br/](http://absolar.org.br/)> Acesso em: 10 Ago. 2018.

MAPA dinâmico ABDG: Quantidade de Usinas de Geração Distribuída no Brasil. 2017. Disponível em: <<https://www.geracaodistribuida.org/copia-mapa-do-mercado-3>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

CENTRO DE REFERENCIAS PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SERGIO DE S. BRITO (CRESCESB). Atlas Solarimétrico do Brasil: Grupo de pesquisas em fontes alternativas de energia depto de energia nuclear, UFPE, CRESCESB. Recife-PE. Disponível em:

<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf> Acesso em: 08 Ago. 2018.

CENTRO DE REFERENCIAS PARA AS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA SERGIO DE S. BRITO (CRESCESB); Potencial Solar - *Sundata* v 3.0. CRESCESB. Disponível em:

<<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>> Acesso em: 09 Ago. 2018.

CIENCIA VIVA. Guia da Energia solar; o efeito fotovoltaico. Disponível em:

<<http://cienciaviva.pt/rede/energia/himalaya2006/home/guia4.pdf>> acesso em 10 Ago. 2018.

ENOVA: Entenda o que influencia a geração do seu sistema solar. Disponível em:

<<http://enovaenergia.com.br/blog/post/entenda-o-que-influencia-a-geracao-do-seu-sistema-solar>> Acesso em: 10 ago. 2018.

GLOBAL SOLAR ATLAS. Irradiação solar do mundo inteiro: PVOUT/GTI. Disponível em:

<<http://globalsolaratlas.info>> Acesso em: 09 Ago. 2018.

PRODUTO Interno Bruto dos Municípios: (Economia, Contas Nacionais, Produto Interno Bruto). 2017. Disponível em:

<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=46>. Acesso em: 08 ago. 2018

PEREIRA, Enio Bueno; MARTINS, Fernando Ramos; ABREU, Samuel Luna; RÜTHER, Ricardo. Atlas brasileiro de energia solar. 2006. Disponível em: <http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil_solar_atlas_R1.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Brasil em síntese: Panorama; Capitais. IBGE. Disponível em: <cidades.ibge.gov.br> Acesso em: 08 Ago. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Informativo: Atlas Brasileiro de Energia Solar ganha nova edição após dez anos. INPE. Disponível em: <www.inpe.br/informativo/08/nota03/> Acesso em: 09 Ago. 2018.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Carga e geração; mapa dinâmico do SIN. ONS. Disponível em: <www.ons.org.br> Acesso em: 10 Ago. 2018.

POPPI, R. C. Energia solar fotovoltaica conectada á rede para suprir o consumo de iluminação em grande potência. Especialização em energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética. Monografia apresentada na Universidade de São Paulo em 2016. Disponível em: <pecepoli.com.br/monografias/522_MONO_ERG_turma09_Rodrigo_Coto_Poppi.pdf> Acesso em 10 Ago. 2018.

OLIVEIRA, P.: Autoconsumo fotovoltaico/ energias renováveis. Disponível em: <repositorio.ul.pt/bitstream/10451/28282/1/ulfc121991_tm_Pedro_Oliveira.pdf> Acesso em 10 Ago. 2018.

SHAREENERGY. Melhores regiões do Brasil para geração de energia fotovoltaica. Disponível em: <shareenergy.com.br/quais-melhores-regioes-brasil-para-geracao-de-energia-fotovoltaica/> Acesso em: 10 Ago. 2018.

SUZUKI, K. Y. Geração de energia elétrica fotovoltaica como estratégia em metodologias de certificação sustentável e eficiência energética: Especialização em energias renováveis, geração distribuída e eficiência energética. Monografia apresentada na Universidade de São Paulo em 2015. Disponível em:

< [//pecepoli.com.br/monografias/451_Karina_Yuriko_Suzuki.pdf](http://pecepoli.com.br/monografias/451_Karina_Yuriko_Suzuki.pdf)> Acesso em: 10 Ago. 2018.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso Parte I (ABNT) - 2ª. edição. Sistema integrado de bibliotecas – SIBi/USP, São Paulo, 2009. Disponível em:

<www.teses.usp.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=2%3Adiretrizes&Itemid=124&lang=pt-br>. Acesso em: 14 Ago. 2018.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. “Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética” do SISEA da POLI USP-Mecânica, organizado pelo Professor José Roberto Simões Moreira, do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP. 2017.